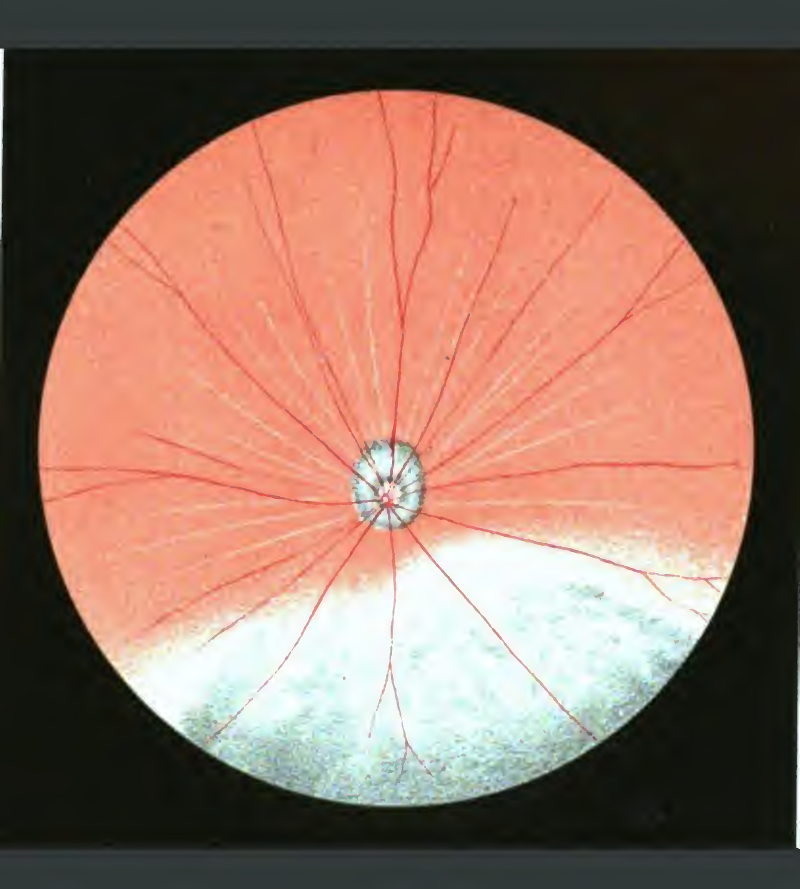


Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane

Deutsche Gesellschaft für Psychologie

Zeitschrift

für

Psychologie

und

Physiologie der Sinnesorgane.

In Gemeinschaft mit

S. Exner, E. Hering, J. v. Kries,
Th. Lipps, G. E. Müller, C. Pelman, W. Preyer (†),
C. Stumpf

herausgegeben von

Herm. Ebbinghaus und **Arthur König.**

Vierzehnter Band.

Hamburg und Leipzig,
Verlag von Leopold Voss.
1897.

**Druck der Verlagsanstalt und Druckerei Actien-Gesellschaft
(vormals J. F. Richter) in Hamburg.**

Inhaltsverzeichnis.

Abhandlungen.

Litteraturbericht.

I. Allgemeines.

II. Anatomie der nervösen Zentralorgane.

III. Physiologie der nervösen Zentralorgane.

IV. Sinnesempfindungen. Allgemeines.

V. Physiologische und psychologische Optik.

VI. Physiologische und psychologische Akustik.

VII. Die übrigen spezifischen Sinnesempfindungen.

VIII. Raum, Zeit, Bewegung, Zahl.

IX. Bewufstsein und Unbewufstes. Aufmerksamkeit. Schlaf. Ermüdung.

X. Übung, Assoziation und Gedächtnis.

XI. Vorstellungen. Intelligenz. Sprache.

XII. Gefühle.

XIII. Bewegungen und Handlungen.

XIV. Neuro- und Psychopathologie.

Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen.[1]

Von

G. E. Müller.

Kapitel 4.

Die Sehnervenerregungen und ihre Abhängigkeit von den Netzhautprozessen.

§ 28.

Annahme von sechs Grunderregungen des Sehnerven.

Wir haben im ersten Kapitel einen Weg angegeben, auf welchem man zu der Annahme der sechs retinalen Grundprozesse gelangt. Und in den beiden folgenden Kapiteln haben wir die gegenseitigen Beziehungen dieser sechs Grundprozesse und die Faktoren und Gesetze, nach denen sich das Spiel derselben regelt, näher erörtert. Die Sehnervenerregungen und die Gründe, welche dazu berechtigen, den sechs retinalen Grundprozessen eine gleiche Zahl von Grunderregungen des Sehnerven entsprechen zu lassen, und andere hieran sich anschliessende Fragen haben uns im Bisherigen nur wenig beschäftigt. Dieser uns noch erübrigenden Aufgabe wollen wir uns im Folgenden unterziehen, soweit es die Grundtendenzen dieser Abhandlung erfordern.

Unseren früheren Ausführungen gemäfs kommen für die innere Psychophysik der Gesichtsempfindungen von vorne herein zwei Hauptannahmen in Betracht.[2] Nach der ersteren Auffassung ist die Nervenerregung, die einer Gesichtsempfindung zu Grunde liegt, mag diese nun eine Weifsempfindung oder eine weifsliche Rotblauempfindung oder von sonst welcher Beschaffenheit sein, stets ein einfacher Prozefs, der hinsichtlich der

[1] Fortsetzung zu Bd. X. S. 413.

[2] Von anderen, komplizierteren und nicht ernstlich in Betracht kommenden Annahmen wird hier abgesehen.

Beschaffenheit (z. B. Schwingungsart) nach gleich vielen Richtungen stetig veränderlich ist, wie die betreffende Gesichtsempfindung. Und zwar bestimmt sich die jeweilige Qualität und Intensität dieses einfachen Prozesses (abgesehen von zentralen Erregungsursachen) nach den Vorzeichen und absoluten Werten der Intensitätsdifferenzen der einander entgegengesetzten Netzhautprozesse, der Differenzen I_w-I_s, I_r-I_g, I_e-I_b.

Dieser hier nicht weiter auszuführenden ersteren Ansicht steht die zweite Auffassung gegenüber, nach welcher es ebenso wie sechs retinale Grundprozesse auch sechs Grunderregungen des Sehnerven gibt, welche hinsichtlich ihres Vorhandenseins und ihrer Intensitäten (abgesehen von den zentralen Erregungsursachen) in der früher (§ 19, S. 343 f.) angegebenen Weise von den Vorzeichen und absoluten Werten der Differenzen I_w-I_s, I_r-I_g, I_e-I_b abhängen.

Wir entscheiden uns für diese zweite Ansicht aus folgenden Gründen.

In die Augen springt zunächst der methodologische Vorzug, den diese Ansicht vor jener ersteren insofern besitzt, als sie anschaulicher ist und eine weniger umständliche Ausdrucksweise erlaubt.

Zweitens ist darauf hinzuweisen, dafs man zu der Annahme der sechs Grunderregungen des Sehnerven dem in § 10 (S. 50 u. 57) Bemerkten gemäfs notwendig gelangt, sobald man die Voraussetzung zu Grunde legt, dafs die Sehnervenerregungen chemischer Natur seien. Entscheidet man sich also für die erstere der beiden hier in Frage stehenden Ansichten, so schliefst man hierdurch die Möglichkeit aus, dafs die Sehnervenerregungen chemische Vorgänge seien. Nun soll allerdings in dieser Abhandlung von einer bestimmten Vorstellung hinsichtlich des Wesens der Nervenprozesse nicht ausgegangen werden. Aber immerhin wird es sich empfehlen, der Darstellung nicht eine solche Annahme zu Grunde zu legen, welche der zur Zeit von den in Betracht kommenden Forschern fast allgemein geteilten Ansicht widerspricht, dafs die Nervenprozesse chemischer Natur seien.

Drittens ist hier an unsere früheren Betrachtungen in §§ 8 u. 9 (S. 39 ff. und 45 f.) zu erinnern, aus denen sich zu ergeben schien, dafs, wenn der in einer psychischen Qualitätenreihe bestehende Fortschritt durch die von Glied zu Glied stattfindende Abnahme

der Ähnlichkeit zu dem empirischen Anfangsgliede und entsprechende Zunahme der Ähnlichkeit zu dem empirischen Endgliede der Reihe vollständig charakterisiert ist und infolge hiervon die Reihe als eine auch prinzipiell begrenzte erscheint, alsdann die Reihe auf eine geradläufige und stetige Änderung des Intensitätsverhältnisses zweier psychophysischer Partialprozesse zurückzuführen ist. Wendet man diesen Satz auf das System unserer Gesichtsempfindungen an, so kommt man in ganz entsprechender Weise, wie wir in § 10 die sechs retinalen Grundprozesse abgeleitet haben, zur Ableitung der sechs Grunderregungen des Sehnerven.

Viertens ist hier auf den schon früher geltend gemachten Umstand hinzuweisen, dafs sicher ein sehr bedeutender Teil der Fälle von Farbenblindheit nicht peripherischen Ursprunges ist.[1] Man kann nun z. B. die Thatsache, dafs bei Erkrankung des Sehnerven oder noch höher gelegener Teile die Rotempfindung und die Grünempfindung ganz ausfallen können, während die schwarzweifsen Empfindungen und die Gelb- und die Blauempfindung noch erhalten sind, nicht anders erklären als so, dafs man sagt, die der Rot- und der Grünempfindung entsprechenden Nervenprozesse erforderten zu ihrem Zustandekommen materielle Substrate oder Konstellationen, welche von den Substraten oder Konstellationen, die für das Zustandekommen jener anderen Empfindungen erforderlich sind, wenigstens teilweise verschieden seien, so dafs in einem Falle, wo die für die Erzeugbarkeit der Rot- und der Grünempfindung erforderlichen materiellen Bedingungen nicht vollständig vorhanden seien, dennoch jene anderen Gesichtsempfindungen noch

[1] Man vergleiche Leber im *Arch. f. Ophthalm.* 15, 3, S. 26 ff. und im *Handb. d. ges. Augenheilkde.*, redig. von Gräfe und Sämisch, 5. Bd., S. 1036 ff., ferner Steffan, im *Arch. f. Ophthalm.* 27, 2, S. 1 ff. „Die erworbene Farbenblindheit kommt unter den verschiedenen amblyopischen Zuständen vorzugsweise bei Sehnervenleiden und am häufigsten bei Sehnervenatrophie vor. Netzhauterkrankungen sind in der Regel nicht mit ausgesprochener Störung des Farbensinnes verbunden, auch wenn sie hochgradige Sehstörung hervorrufen." (Leber). Es ist nicht daran zu denken, die Fälle von Farbenblindheit, welche in Erkrankungen des Sehnerven oder noch höher gelegener Teile ihren Grund haben, sämtlich auf trophische Störungen zurückzuführen, welche vom Sehnerven her für die lichtempfindliche Netzhautschicht hervorgerufen worden seien. Schon der pathologisch-anatomische Befund schliefst solche Annahme aus.

erweckbar sein könnten. In gleicher Weise mufs man in Hinblick auf die nicht peripherisch bedingten Fälle von Gelbblaublindheit und von totaler Farbenblindheit annehmen, dafs im Nervensysteme die für das Zustandekommen der Gelb- und der Blauempfindung erforderlichen Substrate oder Konstellationen von den für die Erweckbarkeit der schwarzweifsen Empfindungen erforderlichen materiellen Bedingungen wenigstens teilweise verschieden seien. Zieht man dann weiter in Betracht, dafs bei einem Ausfalle der Rot- und der Grünempfindung (der Gelb- und der Blauempfindung) zugleich die Rötlichkeit bezw. Grünlichkeit (Gelblichkeit bezw. Bläulichkeit) aller derjenigen Farben wegfällt, welche dem Farbentüchtigen rotgelb, grüngelb, rotblau, grünblau u. s. w. erscheinen, so kommt man auf Grund der Erscheinungen der nicht peripherisch bedingten Farbenblindheit notwendig zu folgendem Resultate: Die den Gesichtsempfindungen zu Grunde liegenden Nervenerregungen vollziehen sich an drei (wenigstens einem Teile ihrer Komponenten nach) verschiedenen Arten von Material. An der ersten Art von Material spielen sich die den schwarzweifsen Empfindungen zu Grunde liegenden Erregungen ab, an der zweiten Art die Gelb- und die Blauerregung, an der dritten die Rot- und die Grünerregung. Die den rotgelben, blauroten, gelbweifsen, graugrünen u. s. w. Empfindungen zu Grunde liegenden Nervenprozesse sind Mischprozesse, die sich gleichzeitig an zwei oder drei dieser Arten von Material abspielen.

Geht man von der Ansicht aus, dafs einer Gesichtsempfindung stets ein einfacher psychophysischer Prozefs zu Grunde liege, der hinsichtlich seiner Qualität (z. B. Schwingungsart) in gleich vielen Richtungen stetig veränderlich sei wie die Gesichtsempfindung, so kann man die im Vorstehenden geltend gemachten Thatsachen der (nicht peripherisch bedingten) Farbenblindheit offenbar entweder gar nicht oder nur dadurch erklären, dafs man diese Ansicht so wesentlich umändert, dafs sie von den im Vorstehenden angedeuteten Anschauungen in sachlicher Hinsicht nicht verschieden ist.

§ 29. Erörterung der Frage, ob auch die Sehnervenerregungen selbst als einander entgegengesetzte Vorgänge anzusehen seien.

Nach dem Bisherigen haben wir sechs Grunderregungen des Sehnerven anzunehmen, von denen je zwei (z. B. die *R*- und

G-Erregung) durch Einwirkung entgegengesetzter Kräfte auf den Sehnerven hervorgerufen werden. Denn die Kräfte, die z. B. bei positivem Vorzeichen der Differenz $I_r - I_g$ auf die Nervenendigung einwirken, müssen in entgegengesetzter Richtung wirken wie die Kräfte, die bei negativem Vorzeichen dieser Differenz die Sehnervenendigung beeinflussen. Ferner wissen wir, dafs die entgegengesetzten Kräfte, welche der Erweckung der *R*- und der *G*-Erregung zu Grunde liegen — das Entsprechende gilt von den beiden anderen Erregungspaaren —, auf gleiches Material im Sehnerven wirken, so dafs mit einem Fehlen der *R*-Erregung zugleich auch ein Fehlen der *G*-Erregung verbunden ist und umgekehrt. Es fragt sich nun, ob die Sehnervenerregungen, welche einer Farbe und der zugehörigen Gegenfarbe entsprechen, deshalb, weil sie auf Einwirkung entgegengesetzter Kräfte auf den Sehnerven beruhen, auch selbst als einander entgegensetzte Vorgänge anzusehen sind. Hinsichtlich dieser Frage ist Folgendes zu bemerken.

Die Sehnervenerregungen sind entweder Vorgänge, die durch Auslösung von Spannkräften entstehen, oder Vorgänge, welche auf Störung eines stabilen Gleichgewichtszustandes beruhen.[1] Kommen dieselben durch Auslösung von Spannkräften zu stande, so können zwei Sehnervenerregungen, welche, wie z. B. die *R*- und die *G*-Erregung, durch Einwirkung entgegen-

---

[1] Beruht der Vorgang, der in einem materiellen System durch einen Reiz hervorgerufen wird, auf Störung eines stabilen Gleichgewichtszustandes, so kehrt das System, wenn es nach Aufhören des Reizes ganz sich selbst überlassen wird, wieder in seinen anfänglichen Zustand zurück, und es kann vom Auftreten des Reizes an bis zur Wiedererreichung des Anfangszustandes selbstverständlich nicht mehr Energie nach aufsen abgeben, als es bei der Reizeinwirkung in sich aufgenommen hat. Beruht hingegen ein Erregungsvorgang auf Auslösung von Spannkräften, so giebt das System nach Auftreten des Reizes mehr Energie nach aufsen ab, als es bei der Reizeinwirkung in sich aufgenommen hat, und der Ruhezustand, den es, wieder gänzlich sich selbst überlassen, schliefslich erreicht, ist von dem vor der Reizeinwirkung vorhanden gewesenen Zustande wesentlich verschieden, indem ihm ein geringerer Energieinhalt des Systems entspricht als jenem Anfangszustande. Die oben nicht erwähnte Annahme, dafs der eine Teil der Nervenprozesse in einer Auslösung, der andere in einer Anhäufung von Spannkräften bestehe, findet ihre Erledigung einerseits durch früher (§ 25, S. 391 f.) Bemerktes, andererseits durch den (in § 36 näher ausgeführten) Hinweis darauf, dafs Vorgänge der letzteren Art sich nur mit schnell abnehmender Intensität in den Nervenfasern fortpflanzen könnten.

gesetzter Kräfte auf den Sehnerven entstehen, nicht auch selbst entgegengesetzte Vorgänge sein.[1] Denn einem Vorgange, der auf Auslösung von Spannkräften beruht, kann nur ein solcher entgegengesetzt sein, bei welchem Spannkräfte angehäuft werden. Beruhen hingegen die Sehnervenerregungen auf Störung eines stabilen Gleichgewichtszustandes, so müssen zwei Sehnervenerregungen, die durch Einwirkung entgegengesetzter Kräfte auf den Sehnerven entstehen, auch selbst einander entgegengesetzt sein (sowie z. B. elektrische Ströme, die durch Erzeugung von Potentialdifferenzen von entgegengesetzter Richtung im gleichen Stromkreise entstehen, oder chemische Vorgänge, die auf entgegengesetzten Störungen eines chemischen Gleichgewichtszustandes beruhen, einander genau entgegengesetzte Vorgänge sind). Die Entscheidung der Frage, ob zwei Sehnervenerregungen, die einer Farbe und der zugehörigen Gegenfarbe entsprechen, ebenso wie die entsprechenden Netzhautprozesse als einander entgegengesetzte Vorgänge anzusehen seien, hängt also davon ab, ob hinsichtlich des Zustandekommens der Nervenerregungen die Auslösungshypothese, nach welcher dieselben auf Auslösung von Spannkräften beruhen, oder die Störungshypothese, nach welcher dieselben durch Störung eines stabilen Gleichgewichtszustandes entstehen, im Rechte ist. Wir sind nicht im stande, diese letztere Frage zu entscheiden, und müssen uns damit begnügen, im Folgenden zu zeigen, dafs die zur Zeit herrschende Vorliebe für die Auslösungshypothese als hinlänglich begründet nicht angesehen werden kann.

1. Man pflegte früher die Ermüdungserscheinungen der Nerven für die Auslösungshypothese anzuführen. Gegenwärtig spricht man von einer Unermüdbarkeit der Nerven, und zwar mit gutem Grunde, wie wir im § 34 näher zeigen werden.

---

[1] Das einfachste Beispiel dafür, dafs zwei Kräfte, die (zu verschiedenen Zeiten) auf ein und dasselbe Substrat in entgegengesetzter Richtung wirken, beide zur Auslösung von Spannkräften führen können, ist der Fall, wo wir ein Gewicht, das auf einem Tische liegt, durch eine horizontale Kraft, die das eine Mal in dieser, das andere Mal in genau entgegengesetzter Richtung auf das Gewicht wirkt, über den Rand des Tisches hinausschieben. In ähnlicher Weise können auch zwei entgegengesetzte Kräfte, die (zu verschiedenen Zeiten) auf ein und dasselbe molekulare System wirken, in diesem zwei verschiedene Vorgänge zur Folge haben, die beiderseits auf Auslösung von Spannkräften beruhen.

2. Man stützte ferner die Auslösungshypothese früher auch noch auf das „lawinenartige Anschwellen“ der Nervenerregung bei ihrer Fortpflanzung. Gegenwärtig ist man auf Grund näherer Untersuchung des betreffenden Erscheinungsgebietes von der Behauptung eines lawinenartigen Anschwellens der Nervenerregung völlig abgekommen und nimmt an, daſs sich die Erregung in den Nerven ohne Änderung ihrer Intensität fortpflanzt (man vergleiche z. B. Biedermann, *Elektrophysiologie*, Jena, 1895, S. 520 f.). Nach der Auslösungshypothese ist ein Verhalten letzterer Art nichts weniger als selbstverständlich. Denn bezeichnen wir mit *A*, *B*, *C* drei unmittelbar hintereinander gelegene Querschnitte einer Nervenfaser, so kann nach dieser Hypothese der Querschnitt *B* bei Ablauf des Erregungsprozesses in ihm mehr Energie nach auſsen abgeben, als er bei der von *A* her stattfindenden Hervorrufung des Erregungsprozesses in ihm aufgenommen hat. Giebt also der Querschnitt *B* die gesamte Energie, die er überhaupt beim Ablauf des Erregungsprozesses abzugeben vermag, (als einen sogenannten Übertragungsreiz) an den benachbarten Querschnitt *C* behufs Auslösung von Spannkräften im letzteren ab, so muſs *C* notwendig in eine Erregung geraten, die intensiver ist als die Erregung von *B*, und der weiter gelegene Querschnitt *D* muſs in eine noch intensivere Erregung versetzt werden, kurz, die Erregung muſs lawinenartig anschwellen, bis sie schlieſslich an irgend einer Stelle der (hinlänglich lang gedachten) Nervenbahn ihren Maximalwert erreicht. Der Umstand, daſs sich die Erregung in den Nerven ohne Änderung ihrer Intensität fortpflanzt, ist also nach der Auslösungshypothese nur in der Weise erklärbar, daſs man sagt, eine erregte Nervenstelle gebe von der gesamten Energiemenge, die sie überhaupt bei Ablauf der Erregung abzugeben vermöge, merkwürdigerweise immer nur genau so viel Energie als einen sogenannten Übertragungsreiz an die unmittelbar hinter ihr gelegene Nervenstelle ab, als sie selbst bei Erweckung der in ihr ablaufenden Erregung von der unmittelbar vor ihr gelegenen Nervenstelle übernommen habe; der übrige Teil jener Energiemenge finde irgendwelche andere Verwendung.

Nach der Störungshypothese hingegen ist die Konstanz der Erregungsstärke bei der Fortpflanzung der Erregung gewissermaſsen der zunächst zu erwartende Fall. Jede erregte

Nervenstelle giebt bei der Fortpflanzung der Erregung dieselbe Energiemenge, die sie von der unmittelbar vor ihr gelegenen Stelle übernommen hat, an die unmittelbar hinter ihr gelegene Nervenstelle ab; die Störung des betreffenden Gleichgewichtszustandes pflanzt sich ungeschwächt von Stelle zu Stelle fort, ähnlich wie sich auch sonst Störungen stabiler Gleichgewichtszustände fortpflanzen.

3. Man führt gelegentlich für die Auslösungshypothese die Thatsache an, „dafs Nerven, welche von ihrem Zentralorgane getrennt sind, nach einiger Zeit degenerieren“. Hierzu ist zu bemerken, dafs auch nach der Störungshypothese die Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit eines Nerven von einer gewissen komplizierten Konstitution desselben bedingt ist, deren Erhaltung den normalen Stoffwechsel und die Verbindung mit dem Ernährungszentrum erfordert. Es ist nicht einzusehen, inwiefern die Abhängigkeit der Funktionsfähigkeit und Funktionstüchtigkeit der Nervenfasern von dem Stoffwechsel irgendwie zur Entscheidung zwischen den beiden hier in Rede stehenden Hypothesen dienen könne.

4. Auch die Behauptung, dafs der Nervenprozefs chemischer Natur sei, vermag eine Entscheidung zwischen den beiden hier in Rede stehenden Hypothesen nicht zu liefern. Denn ganz abgesehen davon, dafs dasjenige, was man bisher für diese Behauptung vorgebracht hat (z. B. die von Biedermann a. a. O. S. 493 geltend gemachte Thatsache, dafs die Geschwindigkeit der Nervenleitung ebenso wie die Leitungsgeschwindigkeit im Muskel und anderen reizbaren Gebilden von der Temperatur und Jahreszeit abhängig ist), als streng beweisend nicht angesehen werden kann, so handelt es sich hier gar nicht um den Gegensatz zwischen chemisch und physikalisch, sondern um den Gegensatz zwischen Auslösung von Spannkräften und Störung eines stabilen Gleichgewichtszustandes. Ein stabiler Gleichgewichtszustand, der durch einen Reiz gestört wird, kann auch ein chemischer Gleichgewichtszustand sein.

5. Eine Auslösung von Spannkräften erscheint überall da im Organismus als zweckmäfsig, wo es sich um Leistung beträchtlicher äufserer Arbeit seitens eines Organes handelt, hingegen als eine unvorteilhafte Kraftverschwendung, wo es sich um blofse Fortleitung von Impulsen, die eventuell irgendwo auslösend wirken sollen, handelt. Derartige Zweckmäfsigkeits-

erwägungen sind freilich keineswegs beweisend. Aber noch weniger scheint es angezeigt, von zwei in Frage stehenden Hypothesen ohne hinlängliche Begründung gerade diejenige zu bevorzugen, welche dem Organismus die unzweckmäſsigere Einrichtung zuschreibt.

6. Man kann meinen, Folgendes behaupten zu dürfen. Wenn wirklich z. B. die *R*- und die *G*-Erregung Vorgänge entgegengesetzter Art sind, so muſs, wenn die *R*-Erregung von einer elektrischen Negativitätswelle im Sehnerven begleitet ist, die *G*-Erregung notwendig von einer elektrischen Positivitätswelle begleitet sein. Beruhen hingegen beide Erregungen auf Auslösung von Spannkräften, so ist zu erwarten, daſs beide von einer gleichsinnigen Stromesschwankung begleitet sind, oder ein Verhalten letzterer Art bereitet wenigstens nicht die mindesten Schwierigkeiten.

So ganz einfach ist es indessen nicht, durch Beobachtung der Richtung der Stromesschwankungen im Sehnerven die hier in Rede stehende Frage zu entscheiden. Denn erstens hat man die Weiſsvalenzen der farbigen Lichter in Rücksicht zu ziehen. Angenommen, der *S*-, *G*- und *B*-Erregung komme an sich eine positive, der *W*-, *R*- und *E*-Erregung hingegen eine negative Stromesschwankung zu, so ist es wegen der beträchtlichen Weiſsvalenzen der grünen und blauen Lichter (zumal dann, wenn man nicht Spektrallichter anwendet und, wie bei den weiterhin zu erwähnenden Versuchen Kühnes der Fall war, mit einer an das Dunkel adaptierten Netzhaut operiert) doch nicht ausgeschlossen, daſs bei Einwirkung von grünem oder blauem Lichte auf das Auge eine negative Schwankung des Demarkationsstromes des Sehnerven zur Beobachtung komme. Allerdings muſs sich dann zeigen, daſs z. B. einem Grün von bestimmter Weiſsvalenz eine geringere negative Stromesschwankung entspricht, als einem Rot von gleicher Weiſsvalenz.

Zweitens ist zu bedenken, daſs jede direkte Reizung einer Netzhautstelle zugleich von einer indirekten Reizung der benachbarten Netzhautstellen begleitet ist, und daſs das zur Beobachtung kommende elektromotorische Verhalten des Sehnerven von dem Einflusse sowohl der direkt als auch der indirekt gereizten Netzhautstellen abhängt. Angenommen z. B., es entspreche einer *G*-Erregung eine positive, einer *R*-Erregung

hingegen eine negative Stromesschwankung im Sehnerven, und es werde durch Licht in einer Anzahl von Sehnervenfasern eine *G*-Erregung erweckt, so wird dem Einflusse, den diese *G*-Erregung auf das zur Beobachtung kommende elektromotorische Verhalten des Sehnerven ausübt, der Einfluſs entgegengesetzt sein, den auf das letztere die *R*-Erregung derjenigen Nervenfasern ausübt, die den durch das gegebene Licht indirekt gereizten Netzhautstellen zugehören.[1] Und ein solches Gegebensein zweier einander entgegengesetzter Einflüsse muſs natürlich die Deutlichkeit der zu erhaltenden elektromotorischen Wirkungen wesentlich verringern und unter Umständen auch die Deutung der erhaltenen Resultate einigermaſsen erschweren.

Endlich drittens kann man fragen, ob wirklich zwei einander entgegengesetzte Sehnervenerregungen von entgegengesetzten elektromotorischen Änderungen der erregten Nervenstellen begleitet sein müſsten. Man kann fragen, ob es wirklich ganz undenkbar sei, daſs, ebenso wie z. B. zwei elektrische Ströme, die nacheinander einen und denselben Stromkreis in entgegengesetzter Richtung durchflieſsen, trotz ihres Gegensatzes in dem Stromkreise dieselben Wärme- und Lichtwirkungen zur Folge haben können, auch zwei entgegengesetzte Erregungen, die nacheinander in demselben Nerven ablaufen, von gleichsinnigen Stromesschwankungen begleitet seien. Die Beantwortung dieser Frage hängt von der Art und Innigkeit des Zusammenhanges ab, den man zwischen den Nervenerregungen einerseits und den Stromesschwankungen andererseits anzunehmen hat. Daſs nun dieser Zusammenhang ein nur sehr wenig enger ist, scheint sich erstens aus denjenigen Versuchsresultaten zu ergeben, nach denen bei elektrischer Nervenreizung, „wobei alle Fasern gleichzeitig und gleich stark erregt werden, unter Umständen die negative Schwankung auffallend schwach ist oder ganz fehlt.... An einem künstlich abgekühlten Kaninchen

---

[1] Noch viel komplizierter und für eine weitergehende theoretische Verwertung zur Zeit ganz unzulänglich liegen, wie schon früher angedeutet, die Verhältnisse, wenn die Örtlichkeiten, wo die ableitenden Elektroden angelegt sind, so gewählt sind, daſs die zur Beobachtung kommenden Stromesschwankungen von dem Verhalten nicht bloſs der Sehnervenfasern, sondern auch noch anderer Teile des Sehorganes, vor allem der Netzhaut (Kontraktion der Zapfenmyoide u. dergl.), abhängen können.

liefs sich keine Spur negativer Schwankung nachweisen, obschon dieselbe Erregung des Hüftnerven die Muskeln zu stärkstem Tetanus anregte" (Biedermann a. a. O. S. 660). Zweitens gehört hierher die Thatsache, dafs die „herzhemmenden Vagusfasern, deren Erregung eine positive Schwankung des Muskelstromes bedingt, sich selbst in Bezug auf ihr galvanisches Verhalten bei der Erregung in nichts von anderen Nervenfasern unterscheiden" (Biedermann, a. a. O. S. 663). Drittens erinnern wir an die Versuche von Kaiser (*Zeitschr. f. Biol.*, 28, 1891, S. 417 ff.), bei denen die tetanisierende Wirkung eines chemischen Nervenreizes durch einen zweiten, an höher gelegener Nervenstelle angebrachten Reiz eine Hemmung erfuhr, während das Kapillarelektrometer bei Einwirkung eines ebensolchen hemmenden Reizes eine Zunahme der negativen Schwankung anzeigte.[1] Endlich viertens kann man hier, allerdings in mehr indirekter Weise, sich auch auf die Thatsache stützen, dafs der seiner Kontraktilität und seines Leitungsvermögens völlig beraubte Äthermuskel dennoch die Fähigkeit besitzt, im Falle elektrischer Durchströmung einen positiv anodischen Nachstrom herzugeben (Biedermann, a. a. O. S. 383 f.). Dieses Verhalten

---

[1] Kaiser erklärt diese Versuchsresultate daraus, „dafs die von den beiden Reizen erzeugten Erregungswellen mehr oder weniger mit einander verschmelzen und die Amplituden der Schwankungswellen unter den Grenzwert sinken, welcher für die Hervorrufung einer Wirkung auf den Muskel notwendig ist." Allein wenn zu einem Reize, welcher eine Reihe von Erregungswellen hervorruft, noch ein anderer Reiz hinzukommt, welcher gleichfalls eine Reihe von Erregungswellen im Nerven bewirkt, so wird es allerdings unter Umständen gelegentlich vorkommen, dafs die Wellenberge, welche von dem einen Reize herrühren, in der Weise in die Wellenthäler des von dem anderen Reize herrührenden Wellenzuges hineinfallen, dafs „die Amplituden der Schwankungswellen" verringert werden. Aber neben diesem Falle mufs sehr häufig auch der Fall vorkommen, wo sich die Wellenberge des einen Wellenzuges auf diejenigen des anderen Wellenzuges superponieren und mithin die Amplituden der Schwankungswellen ausgiebiger ausfallen als bei Einwirkung nur eines Reizes. Nimmt man also an, dafs die Wirkung auf den Muskel von der Amplitude der im Nerven sich folgenden Schwankungswellen abhänge, so ist nach den von Kaiser hinsichtlich der negativen Schwankung erhaltenen Resultaten zu erwarten, dafs sich bei gleichzeitiger Applikation zweier Nervenreize im Vergleich zu dem Falle der Einwirkung nur eines Reizes in wechselnder Weise bald eine Hemmung, bald eine Steigerung, bald ein annäherndes Unverändertsein der tetanisierenden Wirkung ergebe.

beweist, dafs die elektrische Negativität einer durch einen Reiz veränderten Muskelstelle noch vorhanden sein kann, wo jede Spur eigentlicher Erregbarkeit geschwunden ist. Nach alle dem erscheint es äufserst zweifelhaft, ob der Zusammenhang zwischen Nervenerregungen und Stromesschwankungen von der Art sei, dafs einem Gegensatze der ersteren zugleich ein entgegengesetztes Verhalten der letzteren entsprechen müsse.

Was das zur Zeit vorliegende thatsächliche Material hinsichtlich des elektromotorischen Verhaltens des erregten Sehnerven anbelangt, so hat bekanntlich KÜHNE (*Heidelb. Unters.* 4. S. 125ff.) an einigen Tierarten (Fischen und Fröschen) festgestellt, dafs der Demarkationsstrom des Sehnerven bei Einwirkung von Licht auf die Netzhaut eine negative Schwankung erfährt, die während der Dauer des Lichtreizes (mit abnehmender Ausgiebigkeit) bestehen bleibt und bei Abschlufs der Belichtung von einer abermaligen negativen Schwankung gefolgt ist. Es fragt sich nun, ob sich aus den Resultaten dieser Versuche KÜHNES etwas hinsichtlich der Frage ergiebt, ob solchen Sehnervenerregungen, die wie z. B. die *R*- und *G*-Erregung auf Einwirkung entgegengesetzter Kräfte auf den Sehnerven beruhen, auch entgegengesetzte Stromesschwankungen entsprechen. In dieser Hinsicht kann nach dem oben über die Mitwirkung der Weifsvalenzen Bemerkten nur wenig Gewicht auf den Umstand gelegt werden, dafs KÜHNE mehr beiläufigerweise, und zwar mit geringerem Erfolge, auch mit „leidlich monochromatischem“ roten, gelben, grünen oder blauvioletten Lichte operiert hat. Wichtiger kann der Umstand erscheinen, dafs nach KÜHNES Versuchen die Beendigung einer Reizung durch weifses Licht ebenso wie die Herstellung einer solchen eine negative Stromesschwankung zur Folge hat. Dieses Verhalten scheint darauf hinzuweisen, dafs die *S*-Erregung, welche dem negativen Nachbilde eines weifsen Lichtes entspricht, von einer gleichsinnigen Stromesschwankung begleitet ist, wie die *W*-Erregung, welche durch das weifse Licht unmittelbar erweckt worden ist. Allein diese Deutung wird dadurch einigermafsen unsicher, dafs die Versuche KÜHNES nicht am menschlichen Sehorgane, sondern an Sehorganen angestellt sind, betreffs deren wir nicht mit Sicherheit wissen, inwieweit sie hinsichtlich der Arten und Gesetzmäfsigkeit der in ihnen

ablaufenden Vorgänge mit dem menschlichen Sehorgane übereinstimmen.[1]

Aus vorstehenden Darlegungen dürfte sich hinlänglich ergeben, dafs in der That die zur Zeit herrschende Auslösungshypothese einer genügenden Begründung entbehrt und eine sichere Entscheidung zwischen der Auslösungs- und Störungshypothese zur Zeit nicht gegeben werden kann, und dafs mithin auch die Frage unentschieden gelassen werden mufs, ob solche Sehnervenerregungen, welche wie z. B. die *R*- und *G*-Erregungen auf Einwirkung entgegengesetzter Kräfte auf den Sehnerven beruhen, auch selbst als einander entgegengesetzte Vorgänge zu bezeichnen sind.

§ 30. Weiteres über die Sehnervenerregungen und ihre Erweckung durch die Netzhautprozesse.

Wir lassen hier noch eine Reihe verschiedener Ausführungen hinsichtlich der Sehnervenerregungen und ihrer Erweckung durch die Netzhautprozesse folgen, welche zum Teil dazu dienen, einschlagenden Ansichten gegenüber Stellung zu nehmen.

1. Hinsichtlich der Art und Weise, wie die Netzhautprozesse Anlafs zur Entstehung der Sehnervenerregungen geben, scheinen von vornherein zwei Ansichten in Betracht zu kommen. Nach der einen Ansicht, welche von Bernstein (*Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem*, Heidelberg 1871, S. 133) vertreten worden ist, geht die Reizung der nervösen Substanz von den Netzhautprozessen selbst aus, nach der anderen, von Kühne (*Hermanns Handb. d. Physiol.*, 3, 1. S. 327) vertretenen, „mehr stofflichen" Auffassung geht die Reizung von den durch die Netzhautprozesse entstehenden Zersetzungsprodukten aus, welche das Vermögen besitzen sollen, „Sehzellenprotoplasma chemisch zu reizen".

Kühne entscheidet sich gegen die erstere Ansicht deshalb, weil der Umwandlungsprozefs der Sehstoffe „höchstwahrscheinlich mit dem Momente der Entziehung des Lichtes abschliefst,

[1] Setzt man bei Versuchen der in Rede stehenden Art nur einen beschränkten Netzhautbezirk der Einwirkung weifsen Lichtes aus, so ist zu erwägen, ob die beim Aufhören der Belichtung eintretende, abermalige negative Schwankung nicht von der successiven Lichtinduktion herrühren könne. Wir übersehen nicht, ob dieser Gesichtspunkt auf die obigen Versuche Kühnes Anwendung findet.

während das Auge an Nachempfindung bekanntlich jedes andere Sinnesorgan überbietet". Wir brauchen nicht weiter auszuführen, daſs unsere Theorie, nach welcher es gleichfalls der Ablauf gewisser Netzhautprozesse selbst ist, welcher erregend wirkt, (wegen der Hereinziehung der photochemischen Induktion) von diesem Einwande nicht getroffen wird. Andererseits ist leicht zu erkennen, daſs Kühnes Ansicht mit unserer Auffassung einen wesentlichen Punkt gemeinsam hat und bei sachgemäſser Durchführung ganz von selbst auf letztere hinführt. Denn ebenso wie wir annehmen, daſs z. B. die durch weiſses Licht direkt bewirkte Umwandlung von *N*-Material in *W*-Material nicht unmittelbar selbst, sondern nur mittelbar durch die von ihr hervorgerufene Umwandlung von *W*-Material in *S*-Material erregend auf den Sehnerven wirke, so soll auch nach Kühne der durch das Licht in der Netzhaut bewirkte Zersetzungsprozeſs nicht selbst erregend wirken, sondern die erregende Wirkung soll von den Zersetzungsprodukten ausgehen. Es fragt sich nun weiter, wie diese Zersetzungsprodukte erregend wirken sollen. Durch ihre bloſse Gegenwart können sie nicht erregend wirken,[1] sondern nur dadurch, daſs sie (sei es in Gemeinschaft mit anderen Stoffen, sei es ohne solche) als Substrat eines zweiten chemischen Prozesses dienen, welcher entweder selbst oder durch die entstehenden Reaktionsprodukte erregend auf den Sehnerven wirkt. Nimmt man an, daſs dieser zweite chemische Prozeſs direkt selbst erregend wirkt, so bekennt man sich zu einer Ansicht, die mit der unsrigen völlig übereinstimmt. Würde man annehmen, daſs dieser zweite Prozeſs durch die bei ihm entstehenden Reaktionsprodukte erregend wirke, so würde sich wieder die Frage erheben, ob der dritte chemische Prozeſs, durch dessen Hervorrufen diese letzteren Reaktionsprodukte erregend wirken, direkt selbst oder durch die bei ihm entstehenden Zersetzungsprodukte auf den Sehnerven wirken solle, u. s. w. Kurz die Ansicht Kühnes, nach welcher die in der Netzhaut durch Licht hervorgerufenen chemischen Prozesse nicht direkt selbst, sondern durch ihre

[1] Man müſste denn gerade die Hypothese aufstellen, daſs diese Zersetzungsprodukte die Sehnervenerregungen, welche chemische Vorgänge seien, auf katalytischem Wege förderten, eine Hypothese, deren Absonderlichkeit und Unzulänglichkeit (z. B. den negativen Nachbildern gegenüber) hier nicht erst weiter dargelegt zu werden braucht.

Zersetzungsprodukte erregend wirken sollen, führt bei näherer Durchführung ganz von selbst zu den von uns (in § 21) entwickelten Anschauungen. Zu dieser Behauptung glauben wir um so mehr berechtigt zu sein, als kein Anderer als Kühne selbst in Beziehung auf das Wesen der chemischen Reizungen gelegentlich Folgendes bemerkt (*Heidelb. Unters.*, 4, S. 270): „Wenn man die Frage auf die Spitze treibt, wird schliefslich überhaupt kaum etwas Anderes übrig bleiben, als jeglicher chemischen Veränderung in irritablen Massen in erster Instanz elektrische Erfolge zuzuschreiben, und alle physiologische Reaktion als weitere Folge der elektrischen Veränderung aufzufassen.“ Elektrische Erfolge können nicht von ruhenden Zersetzungsprodukten ausgehen, sondern nur von solchen, welche als Substrat eines chemischen Prozesses dienen.

2. Teilt man die Annahme, für welche triftige Gründe vorliegen, dafs die photochemischen Netzhautprozesse, die unseren Gesichtsempfindungen zu Grunde liegen, in den Aufsengliedern der Zapfen und Stäbchen sich abspielen, so ist es wohl das naheliegendste, mit Kühne (*Hermann's Handb. d. Physiol.*, 3, 1, S. 327) in dem Protoplasma der Innenglieder denjenigen Teil zu erblicken, in welchem durch die in den Aufsengliedern stattfindenden Netzhautprozesse die von uns als Sehnervenerregungen bezeichneten Vorgänge hervorgerufen werden. Denkbar wäre es allerdings auch, dafs letztere Vorgänge schon in den Aufsengliedern selbst ihren Ursprung nehmen.

3. An Vorstehendes schliefst sich die Frage an, ob sich die sechs Grunderregungen des Sehnerven sämtlich in denselben Nervenfasern abspielen sollen, oder etwa den drei optischen Spezialsinnen entsprechend drei verschiedene Gattungen oder etwa gar den sechs Grunderregungen entsprechend sechs verschiedene Gattungen von Sehnervenfasern anzunehmen seien. Hierzu ist zu bemerken, dafs von der letzten der hier erwähnten drei Annahmen schon deshalb abgesehen werden mufs, weil sie nicht zu dem oben (S. 3 ff.) begründeten Satze stimmt, dafs zwei Nervenerregungen, welche einer Grundfarbe und der dazu gehörigen Gegenfarbe entsprechen, auf entgegengesetzten Beeinflussungen eines und desselben Materials beruhen, und unbegreiflich läfst, weshalb bei Funktionsstörungen der nervösen Sehbahn nicht auch und zwar sehr häufig Fälle vorkommen, wo von den sechs Grunderregungen des Sehnerven nur eine

einzige oder eine Dreizahl ausfällt. Die zwei ersten Annahmen vertragen sich beide mit dem Umstande, dafs das Erregungspaar jedes der drei optischen Spezialsinne sich an seinem besonderen Materiale abspielt. Allein man kann sich nicht verhehlen, dafs die Annahme dreier verschiedener Fasergattungen[1] des Sehnerven mit den Resultaten der modernen anatomischen Untersuchungen der Retina nicht in Einklang zu bringen ist. Denn nach dieser Annahme sollte man erwarten, dafs auf jeden Zapfen mehrere (drei) zu ihm in besonderem Zusammenhange stehende Sehnervenfasern entfallen, während thatsächlich genau das Umgekehrte der Fall ist, nämlich (abgesehen von der Netzhautgrube) jede Sehnervenfaser von einer Mehrzahl einander benachbarter Zapfen oder Stäbchen in ihrem Erregungszustande bestimmt wird („l'impression lumineuse se concentre de plus en plus à mesure qu'elle traverse la rétine").[2]

Wenn wir annehmen, dafs in einer und derselben Sehnervenfaser eine Sechszahl qualitativ verschiedener Erregungen hervorgerufen werden könne, so wird man uns vielleicht auf die Ansicht verweisen, nach welcher Erregungen, welche in einer und derselben Nervenfaser entstehen, nur Intensitäts-, nicht aber auch Qualitätsunterschiede zeigen sollen, eine Ansicht, welche mit so vielem Erfolge im Gebiete des Hörsinnes durchgeführt worden sei und im Gebiete des Hautsinnes durch die Untersuchungen von Blix, Goldscheider u. A. eine überraschende Bestätigung gefunden habe. Hierzu ist Folgendes zu bemerken:

Eine Faser des Hörnerven steht mit einem Teile der Grundmembran in Verbindung, welcher nach physikalischen Gesetzen nur durch Töne, die einer engbegrenzten Region der Tonskala

---

[1] Richtiger wäre es, statt von Fasergattungen, von Neuronenarten zu reden.

[2] Man vergleiche Ramon y Cajal in *La Cellule*, 11, 1893, S. 243 f.; Kallius in den *Anat. Heften*, 3, 1894, S. 560f. und 572f. Natürlich würde die Annahme von sechs verschiedenen Gattungen von Sehnervenfasern mit den erwähnten anatomischen Untersuchungsergebnissen erst recht nicht vereinbar sein. Bestände unser Sehnerv aus drei verschiedenen Fasergattungen, so würde übrigens nach dem in § 8, S. 42 Bemerkten die Erwartung nahe liegen, dafs es uns z. B. bei Gegebensein einer rotblauen Helligkeit möglich wäre, durch geeignete Anstrengung der sinnlichen Aufmerksamkeit uns das Rot oder Blau der Helligkeit gesondert zum Bewufstsein zu bringen.

angehören, in merkbare Schwingungen versetzt werden kann. Die Art und Funktionsweise des peripherischen Endorganes, mit welchem eine Hörnervenfaser verknüpft ist, bringt es also notwendig mit sich, dafs diese Faser nur auf Töne, die einander qualitativ sehr nahe stehen, mit Erregung zu reagieren hat (und eine dieser Bestimmung entsprechende spezifische Beschaffenheit besitzt).[1] Hingegen stehen die Sehnervenfasern mit peripherischen Endapparaten in Verbindung, deren Art und Funktionsweise es nicht im mindesten ausschliefst, dafs auf eine und dieselbe Sehnervenfaser eine Mehrzahl wesentlich verschiedener Vorgänge einwirke. Es beruht mithin nur auf einer die Besonderheiten der Verhältnisse übersehenden Schablonenhaftigkeit des Denkens, wenn man die durch die Eigentümlichkeit der peripherischen Endapparate des Hörsinnes bedingte Thatsache, dafs in einer Hörnervenfaser nur solche Erregungen sich abspielen, die in qualitativer Hinsicht keine oder nur sehr geringe Unterschiede darbieten, zu einem Gesetze aufbauscht, nach welchem in jeder Nervenfaser, auch in jeder Faser des Sehnerven, nur Erregungen von einer einzigen Qualität entstehen könnten. Was die Bestätigung anbelangt, welche letzteres Gesetz durch die Untersuchungen von BLIX und GOLDSCHEIDER im Gebiete des Hautsinnes erfahren haben soll, so hat KIESOW (*Wundts Philos. Studien*, 11, S. 145) bei seinen vor kurzem veröffentlichten Versuchen hierüber „kaum einen Kältepunkt“ gefunden, „auf dem nicht von einem gewissen (bei 47°—50° C. liegenden) Punkt an eine Wärmeempfindung beobachtet wurde.“ Hiernach scheint die einer Wärmeempfindung entsprechende Nervenerregung auch in den sogenannten Kältenervenfasern entstehen zu können; nur ist der mit diesen Nervenfasern verknüpfte peripherische Endapparat von der Art, dafs er zwar die Erweckung der der Kälteempfindung entsprechenden Erregung durch niedere Temperaturen (und inadäquate Reize) er-

[1] Hierbei fragt sich, ob die Qualität der Erregung, die in einer und derselben Hörnervenfaser entsteht, bei Einwirkung verschiedener (wenn auch einander sehr benachbarter) Töne immer dieselbe ist oder je nach der Schwingungszahl des einwirkenden Tones etwas verschieden ausfällt. Nach den Ausführungen von STUMPF (*Tonpsychologie*, 2, S. 111 ff.) haben wir Grund, das Letztere anzunehmen. Hiernach entspricht die Behauptung, dafs die Erregungen einer und derselben Nervenfaser nur Intensitätsunterschiede zeigen können, nicht einmal im Gebiete des Hörsinnes streng dem Thatbestande!

leichtert, hingegen die der Wärmeempfindung entsprechende Erregung nur durch sehr hohe Temperaturen erwecken läfst. Wie wenig befriedigend sich endlich die Lehre, dafs jeder Erregungsqualität eine besondere Art von Nervenfasern entsprechen müsse, im Gebiete des Gesichtssinnes durchführen läfst, braucht nach dem Bisherigen kaum erst hervorgehoben zu werden. Wie RAMON Y CAJAL u. A. ausdrücklich bemerken, sind die Sehzellen (Stäbchen und Zapfen) im Grunde zu den Neuronen zu rechnen. Soll also wirklich jedes Neuron nur Erregungen von einer einzigen Qualität leiten können, so müfsten sechs (nach YOUNG-HELMHOLTZ drei) verschiedene Arten von Zapfen existieren, deren jede der Entstehung und Weiterleitung nur einer einzigen Art von Sehnervenerregungen diente. Die Beobachtung läfst uns aber eine derartige regelrechte Scheidung der Zapfen in sechs Arten nicht erkennen. Aber angenommen auch, benachbarte Zapfen wären von sechsfach verschiedener Funktion, so würde nach den oben (S. 16) erwähnten Ergebnissen der anatomischen Forschung doch anzunehmen sein, dafs die Nervenerregungen, welche benachbarte, zueinander gehörige Sehzellen von verschiedener Funktion entstehen lassen, nicht stets nach verschiedenen Sehnervenfasern, sondern sehr häufig nach einer und derselben Sehnervenfaser hingeleitet werden. Nimmt man nur eine einzige Art von Zapfen an, so kommt man vom Standpunkte der hier bekämpften Ansicht aus erst recht nicht aus der Verlegenheit. Wir wissen durch RAMÓN Y CAJAL (a. a. O. S. 227 ff.), dafs in der Fovea jeder (ganz sicher nicht der Erweckung nur einer einzigen Art von Erregungen dienende) Zapfen mit blofs einer bipolaren Zelle in Verbindung steht, und wir haben nach HELMHOLTZ (Physiol. Optik, 2. Aufl. S. 255 ff.) guten Grund zu der weiteren Annahme, dafs jeder Foveazapfen auch nur mit einer einzigen Sehnervenfaser in Zusammenhang steht. Diese Verhältnisse lassen sich mit dem Dogma, dafs jedes Neuron nur Erregungen einer einzigen Qualität fortleite, absolut nicht vereinen. Erst zeige man uns die Möglichkeit, dafs jede Zapfenfaser und jede Sehnervenfaser wirklich nur Erregungen von einer einzigen Qualität leite, dann wollen wir weiter über jenes Dogma verhandeln.[1] Dafs auch die Er-

[1] Mit jenem Dogma fällt notwendigerweise auch die Ansicht, nach welcher die Fortpflanzung der Nervenerregung auf der elektrischen Negativitätswelle beruht. Diese Negativitätswelle zeigt nur quantitative

scheinungen der nicht peripherisch bedingten Farbenblindheit durch die Annahme von 6 verschiedenen Arten von Sehnervenfasern nicht befriedigend erklärt werden könnten, ist schon oben hervorgehoben worden.

4) Es ist Zeitverlust, sich bei der Ansicht aufzuhalten, nach welcher die sogenannten spezifischen Energien den Sinnesnervenfasern abzusprechen sind, weil diese keine wahrnehmbaren Strukturunterschiede zeigen, und lediglich den betreffenden Ganglienzellen zukommen (welche aber ebensowenig wie die Nervenfasern die irrtümlich verlangten äufserlich erkennbaren Strukturunterschiede darbieten!).[1] Wenn Stumpf (*Tonpsychol.*, 2, S. 109 f.) zur Rechtfertigung dieser Ansicht bemerkt, es sei doch von vornherein das Wahrscheinlichste, dafs die spezifischen Energien denselben Sitz hätten, wie die Empfindungen, und diese keinen anderen als die zentralen Ganglienzellen, so verstehen wir erstens nicht, welche Gesichtspunkte biologischer oder sonstiger Art es als das Wahrscheinlichste erscheinen lassen, dafs die spezifischen Energien nur denjenigen Teilen der sensorischen Nervenbahnen zukommen, in denen die Empfindungen unmittelbar ausgelöst werden, und zweitens möchten wir den Beweis für die Voraussetzung kennen lernen, dafs nur die zentralen Ganglienzellen, und nicht vielmehr die zentralen Neuronen in ihrer Ganzheit die Stätten seien, wo die Empfindungen unmittelbar hervorgerufen werden. Die Ansicht vom ausschliefslichen Sitze der spezifischen Energien in den

Unterschiede; mithin könnte auch eine mit ihrer Hülfe in der Nervenfaser fortgepflanzte Erregung nur quantitative Verschiedenheiten zeigen. Fällt die Ansicht, nach welcher die Fortpflanzung der Nervenerregung auf der elektrischen Negativitätswelle beruht, so fällt endlich auch die Möglichkeit, die im polarisierten Nerven eingetretenen Erregbarkeitsänderungen auf den Satz vom polarisatorischen Inkrement zurückzuführen (man vergleiche Hermann in seinem *Handb. d. Physiol.*, 2, 1, S. 195 f.). Es scheint uns also einigermafsen wichtig, dafs man endlich dazu übergehe, zu zeigen, wie die modernen anatomischen Anschauungen von den Verhältnissen in der Netzhaut mit der Ansicht vereinbar seien, dafs jede Sehnervenfaser und bipolare Zelle und Zapfenfaser nur Erregungen von einer einzigen Qualität leite. Macht man die Fortpflanzung der Nervenerregung von der Kernleiternatur der Nervenfasern abhängig, so wird man sich übrigens mit Ramon y Cajal auch wegen der Frage auseinandersetzen müssen, wo der Kernleiter an denjenigen Stellen bleibe, wo die Erregung von einem Neuron auf ein anderes übergeht.

[1] Man vergleiche hierzu z. B. Hering in *Lotos*, 5, 1884, S. 115 f.

zentralen Ganglienzellen, wie sie auch in der obigen Auslassung Stumpfs hervortritt, scheint von der anatomischen Anschauung auszugehen, daſs zwischen den zentralen Ganglienzellen einerseits und den peripherischen Sinnesapparaten andererseits die Sinnesnervenfasern Telegraphendrähten vergleichbar als einziges und ununterbrochenes Verbindungsmittel ausgespannt seien. Da nun, wie Stumpf (a. a. O.) geltend macht, Halluzinationen auch bei Atrophie der betreffenden Sinnesnerven vorkommen, so folgt, daſs die zentralen Ganglienzellen der Sitz der Empfindungen sind, und die Frage scheint sich zu erheben, ob sie nicht auch der ausschlieſsliche Sitz der spezifischen Energien seien. Thatsächlich sind aber bekanntlich in die sensorischen Nervenbahnen an verschiedenen Orten (z. B. schon in der Retina) Reihen von Ganglienzellen eingeschaltet, ebenso wie sich andererseits die Nervenzellenfortsätze auch innerhalb der Groſshirnrinde finden. In Hinblick auf diesen Sachverhalt erscheint die Ansicht, daſs die zentralen Ganglienzellen (und nicht die zentralen Neuronen) der Sitz der Empfindungen seien, und vor allem die Annahme, daſs dieselben zugleich auch der ausschlieſsliche Sitz der spezifischen Energien seien, als ein Produkt willkürlichen Denkens. Letztere Annahme, nach welcher die Ganglienzellen die „Erfolgsorgane" sind, in denen der in den Nervenfasern fortgeleitete, in allen Nervenfasern die gleiche Beschaffenheit besitzende Vorgang (etwa die Negativitätswelle) die unseren Empfindungen zu Grunde liegenden Erregungen erst hervorruft, beruht in leicht ersichtlicher Weise auf der Voraussetzung, daſs der in einer und derselben Nervenbahn fortgeleitete Vorgang qualitative Verschiedenheiten nicht darbiete. Wir haben gesehen, wie unhaltbar diese Voraussetzung ist. In welchem Lichte sich endlich jene Annahme nach der modernen Lehre vom einheitlichen Neuron, nach welcher die Ganglienzelle nur in nutritiver Hinsicht eine beherrschende Stellung im Neuron einnimmt, darstellt, und wie unbegreiflich und unhaltbar es sein würde, wenn man etwa in der Kette von Neuronen, welche eine sensorische Nervenbahn bilden, nur dem letzten (zentralsten) Gliede die spezifischen Energien zusprechen wollte, braucht nach dem Bisherigen nicht erst ausgeführt zu werden.

5) Wie sich aus dem Früheren ergiebt, liegt unseren Ausführungen die Voraussetzung zu Grunde, daſs entgegengesetzte

Netzhautprozesse nur nach Maſsgabe der Differenz ihrer Intensitäten auf den Sehnerven wirken, daſs also z. B., wenn ein *R*-Prozeſs und ein *G*-Prozeſs in einem und demselben Zapfen gegeben sind, alsdann durch diese Prozesse nicht gleichzeitig *R*-Erregung und *G*-Erregung im Sehnerven hervorgerufen wird, sondern, je nachdem das Vorzeichen der Differenz $J_r - J_g$ positiv oder negativ oder gleich 0 ist, entweder nur *R*-Erregung oder nur *G*-Erregung oder keine von beiden Erregungen erweckt wird. Es fragt sich nun, ob wir diese Voraussetzung, daſs sich entgegengesetzte Netzhautprozesse bei ihrer Einwirkung auf eine und dieselbe Sehnervenfaser gegenseitig kompensieren, nur als eine allerdings sehr plausible Annahme einführen oder einen Beweis für dieselbe zur Verfügung haben. In dieser Hinsicht ist Folgendes zu bemerken.

Wir können beweisen, daſs Nervenerregungen, welche wie die *R*-Erregung und *G*-Erregung durch entgegengesetzte Kräfte hervorgerufen werden, sich nicht gleichzeitig nebeneinander in einer und derselben nervösen Bahn (Nervenfaser u. dergl.) fortpflanzen können. Angenommen also, bei gleichzeitigem Vorhandensein eines *R*- und eines *G*-Prozesses in einem Zapfen entstände in der ersten Schicht der sich anschlieſsenden nervösen Bahn eine *R*- und eine *G*-Erregung, so würden sich dennoch diese beiden Erregungen nicht nebeneinander in der Nervenbahn fortpflanzen, sondern es würde nur die erstere oder letztere oder keine von beiden Erregungen weitergeleitet werden, indem für die Stärke der weitergeleiteten Erregung die Intensitätsdifferenz der beiden in der ersten Schicht der nervösen Bahn vorhandenen Erregungen maſsgebend wäre. Es läuft also die Sache in dem soeben angegebenen Falle auf dasselbe hinaus, wie wenn die beiden in einem und demselben Zapfen vorhandenen entgegengesetzten Netzhautprozesse nur nach Maſsgabe der Differenz ihrer Intensitäten auf die nervöse Sehbahn erregend wirken. Den Beweis für die Behauptung, daſs sich Nervenerregungen, die auf Einwirkung entgegengesetzter Kräfte beruhen, nicht nebeneinander in derselben nervösen Bahn fortpflanzen können, führen wir folgendermaſsen.

Hinsichtlich der Art und Weise, wie sich die Nervenerregung von einer von derselben bereits ergriffenen Schicht einer Nervenbahn, welche hier kurz als die Vorschicht bezeichnet werden möge, auf die unmittelbar folgende, an der

Erregung noch nicht beteiligte Schicht (Nachschicht) fortpflanzt, sind von vornherein zwei Annahmen denkbar. Man kann nämlich erstens meinen, dafs die Fortpflanzung der Erregung durch molekulare Einzelwirkung, d. h. dadurch zu stande komme, dafs einzelne Moleküle der Vorschicht, welche durch den Erregungsprozefs verändert sind, oder gewisse Zersetzungsprodukte der von dem Erregungsvorgange betroffenen Moleküle der Vorschicht infolge der Wärmebewegung und etwaiger anderer Kräfte in unmittelbare Nähe zu einzelnen Molekülen (oder Gruppen zusammengeratener Moleküle) der Nachschicht geraten und diese Moleküle durch unmittelbare Einwirkung irgendwelcher Art zum Eintritt in den Erregungszustand veranlassen. Zweitens kann man annehmen, dafs die Fortleitung der Erregung durch Schichtenwirkung, d. h. in der Weise erfolge, dafs die Wirkung, welche ein an dem Erregungszustande beteiligter Bestandteil der Vorschicht auf die unerregte Nachschicht ausübt, sich direkt oder indirekt auf diese ganze Schicht oder wenigstens einen gewissen Umkreis derselben erstreckt, und dafs mithin die Wirkungen, welche sämtliche an dem Erregungsprozesse beteiligte Moleküle der Vorschicht auf die Nachschicht ausüben, infolge eines Zusammenfallens der Wirkungssphären dieser Moleküle nicht unabhängig voneinander verlaufen, sondern sich durch gegenseitige Verstärkung oder Schwächung zu einer einheitlichen Gesamtwirkung auf die Nachbarschaft vereinen. Auf Schichtenwirkung würde z. B. die Fortleitung der Nervenerregung dann beruhen, wenn sie den Anschauungen Hermanns entsprechend dadurch zu stande käme, dafs der durch die elektrische Negativität der erregten Schicht bedingte Aktionsstrom diese Schicht selbst in Anelektrotonus, hingegen die Nachschicht in Katelektrotonus versetzt. Eine Schichtenwirkung stellt ferner z. B. auch die elektrostatische Kraft dar, welche bei der Diffusion eines Elektrolyten dem Vorauseilen der beweglicheren Jonen entgegenwirkt (Nernst, a. a. O. S. 308).

Wie nun leicht zu erkennen, können sich in dem Falle, dafs die Leitung durch molekulare Einzelwirkung erfolgt, Erregungen, welche durch Einwirkung entgegengesetzter Kräfte entstehen, nebeneinander in dem leitenden Organe fortpflanzen. Denn facht das eine Molekül der Vorschicht den einen Erregungszustand in einem Moleküle oder Molekülaggregat der Nach-

schicht an, so kann gleichzeitig ein anderes Molekül der Vorschicht den auf der entgegengesetzten Kraftwirkung beruhenden Erregungszustand in einem anderen Moleküle oder Molekülaggregate der Nachschicht hervorrufen. Bei der Leitung durch molekulare Einzelwirkung gehen die der Leitung zu Grunde liegenden Wechselwirkungen zwischen den Molekülen der Vorschicht und denjenigen der Nachschicht ganz unabhängig voneinander vor sich. Ganz anders hingegen im Falle der Leitung durch Schichtenwirkung. Angenommen, es gingen von den verschiedenen Bestandteilen der erregten Vorschicht Kräfte aus, welche zum Teil in diesem, zum anderen Teil in genau entgegengesetztem Sinne auf die Bestandteile der noch unerregten Nachschicht wirken, so würden sich, falls die Nervenleitung durch Schichtenwirkung zu stande kommt, diese entgegengesetzten Kräfte nach Maſsgabe ihrer Intensitäten gegenseitig hemmen, und die Vorschicht würde überhaupt nur mit der überwiegenden dieser beiden einander entgegengesetzten Tendenzen zur aktuellen Einwirkung auf die Nachschicht gelangen, in dieser nur den der überwiegenden Tendenz entsprechenden Erregungszustand hervorrufen.

Nach Vorstehendem haben wir, um darzuthun, daſs sich Erregungen, die auf Einwirkung entgegengesetzter Kräfte beruhen, nicht nebeneinander in einer und derselben Nervenbahn fortpflanzen können, nur noch den Beweis zu bringen, daſs die Nervenleitung nicht durch molekulare Einzelwirkung, sondern durch Schichtenwirkung zu stande kommt. Dieser Nachweis ist leicht zu erbringen. Beruht nämlich die Nervenleitung auf molekularer Einzelwirkung, so muſs die Erregung bei ihrer Fortpflanzung schnell an Intensität verlieren. Denn von den am Erregungszustande beteiligten Molekülen oder den Erregungsprodukten der Vorschicht wird stets nur ein geringer Prozentsatz sofort in diejenige Nähe zu Molekülen der Nachschicht geraten, bei welcher eine erregende Wirkung auf die letzteren Moleküle möglich ist; von den in den Erregungszustand hineingezogenen Molekülen oder den Erregungsprodukten der Nachschicht wird wiederum nur ein geringer Bruchteil auf einzelne Moleküle oder Molekülaggregate der dritten Schicht erregend wirken u. s. f. Beruht hingegen die Nervenleitung auf Schichtenwirkung, so braucht die Nervenerregung bei ihrer Fortpflanzung nicht an Intensität abzunehmen, sondern kann konstant bleiben

und, falls es sich bei der Erweckung der Erregung um Auslösung von Spannkräften handelt, sogar lawinenartig anschwellen. Nun wissen wir, dafs nichts weniger als eine schnelle Abnahme der Erregungsintensität bei der Nervenleitung stattfindet. Mithin ergiebt sich, dafs letztere nicht auf molekularer Einzelwirkung beruht.

Zu dem gleichen Resultate gelangt man, wenn man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung in Betracht zieht. Beruhte die Nervenleitung auf molekularer Einzelwirkung, so könnte sie nur von der Gröfsenordnung der Diffusionsgeschwindigkeit sein, welche gelöste Salze u. dergl. im Wasser besitzen. Denn die Kräfte, welche im Falle von Leitung durch molekulare Einzelwirkung einzelne Moleküle oder Erregungsprodukte der jeweilig erregten Schicht in die darauf folgende Schicht hineinführen, sind von derselben Art, wie diejenigen Kräfte, welche bei der Diffusion gelöster Stoffe im Spiele sind. Nun ist die Diffusionsgeschwindigkeit solcher Stoffe ganz unvergleichbar geringer als die Geschwindigkeit der Nervenleitung. „Man denke sich in einem prismatischen Gefäfse von grofser Höhe den Boden 10 cm hoch mit Kochsalzlösung bedeckt, welche 10 g Salz enthält. Darüber sei in beliebig grofser Höhe reines Wasser geschichtet. Bis durch Diffusion 1 mg Kochsalz den ein Meter über dem Boden genommenen Querschnitt des Gefäfses passiert hat, werden 319 Tage vergehen. Von Rohrzucker würde unter denselben Bedingungen erst nach 2 Jahren und 7 Monaten, von Eiweifs erst nach 14 Jahren ein Milligramm auf ein Meter Höhe gelangen" (Fick, *Medic. Physik*, 3. Aufl., S. 29 f.). Es ist also ganz unmöglich, die thatsächliche Geschwindigkeit der Nervenleitung mit der Annahme zu vereinen, dafs letztere Leitung durch molekulare Einwirkung erfolge.[1]

[1] Wollte man vom Standpunkte dieser Annahme aus behaupten, dafs die Geschwindigkeit der Nervenleitung in hohem Grade dadurch gefördert werde, dafs in den von der Erregung ergriffenen Molekülen oder Molekülgruppen gewissermafsen eine Explosion eintrete, durch welche einzelne Bestandteile derselben ebenso wie nach anderen Richtungen auch in der Leitungsrichtung mit grofser Geschwindigkeit fortgeschleudert würden, so würde zu entgegnen sein, dafs, wenn der Erregungsprozefs im Nerven wirklich von der hier angedeuteten explosiven Art wäre, alsdann die erregte Nervenstelle (mindestens für das Bolometer) eine sehr deutliche Temperaturerhöhung erkennen lassen müfste, was nach den Versuchen von Rolleston (*Journ. of Physiol.* 11. 1890. S. 208 ff.) nicht der Fall ist.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, dafs die Nervenleitung auf Schichtenwirkung beruht und mithin Nervenerregungen, die durch Einwirkung entgegengesetzter Kräfte entstehen, sich nicht nebeneinander in einer und derselben Leitungsbahn fortpflanzen können. Folglich sind wir dem oben (auf S. 21) Bemerkten gemäfs berechtigt, die Voraussetzung, dafs entgegengesetzte Netzhautprozesse, die sich nebeneinander in demselben Zapfen oder Stäbchen abspielen, nur nach Mafsgabe ihrer Intensitätsdifferenz erregend auf den Sehnerven wirken, nicht blofs als eine sehr plausible, sondern auch als eine wohlbegründbare Voraussetzung zu bezeichnen.

§ 31. Zur Erklärung des Simultankontrastes.

Wie schon in § 27 (Bd. X. S. 408, Anm.) beiläufig hervorgehoben, besitzt die Theorie der Gegenfarben den Vorzug, dafs nach ihr zwischen einem Netzhautprozesse, der durch Licht direkt erweckt wird, und demjenigen Prozesse, der durch diesen direkt erweckten Prozefs in den benachbarten Netzhautstellen durch sogenannte Kontrastwirkung hervorgerufen wird, allgemein die einfache Beziehung besteht, dafs beide Prozesse einander genau entgegengesetzt sind. Nach keiner der anderen psychophysischen Ansichten über die Gesichtsempfindungen gilt Entsprechendes. Fafst man vom Standpunkte irgend einer dieser Ansichten aus die Kontrasterscheinungen in dem Satze zusammen, dafs jede Farbe in ihrer Nachbarschaft diejenige Farbe hervorrufe, welche mit ihr in bestimmtem Intensitätsverhältnisse gemischt die Empfindung des reinen Weifs ergebe, so wird man mit diesem Satze (der übrigens vermutlich nicht einmal streng gültig ist, vergl. S. 34) denjenigen Fällen nicht gerecht, wo es sich nur um Kontrast zwischen verschiedenen schwarzweifsen Lichtflächen handelt. Geht man andererseits von den Fällen der letzteren Art aus und sucht dieselben in irgend einer Regel zusammenzufassen (indem man etwa die schwarzweifsen Empfindungen irrtümlicherweise für Empfindungen ansieht, die nur hinsichtlich ihrer Intensität verschieden seien, und die betreffenden Kontrasterscheinungen im Sinne überwundener Anschauungen auf eine Überschätzung des Intensitätsverhältnisses gegebener Empfindungen zurückführt u. dergl.), so pafst alsdann diese Regel wiederum nicht auf jene Fälle, wo eine farbige Fläche in ihrer Umgebung die Komplementärfarbe

hervorruft. Es besitzt also die Theorie der Gegenfarben dadurch, daſs sie die Erscheinungen des Simultankontrastes in einer einfachen, allgemeingültigen Regel zusammenzufassen verstattet, unleugbar einen wesentlichen Vorzug. Es fragt sich nun aber, ob es nicht möglich ist, auf Grund dieser Theorie noch einen wesentlichen Schritt weiter in der Erklärung des Simultankontrastes zu thun. Dies ist in der That der Fall, wie im Nachstehenden gezeigt werden soll.

Wir schicken zuvörderst eine einfache energetische Betrachtung voraus. Es seien zwei aneinander angrenzende Gebilde A und B gegeben, zwischen denen zunächst Energiegleichgewicht besteht, indem sich die zwischen beiden Gebilden bestehenden Intensitätsdifferenzen der verschiedenen Energiearten gegenseitig gerade kompensieren.[1] Falls nun an dem Gebilde A durch einen von auſsen her hervorgerufenen Vorgang V_a die Intensität einer Energieart E_1 eine Erhöhung erfährt, so muſs von dem Gebilde A ein gewisses Energiequantum auf das Gebilde B übergehen, und zwar soll nun dieser Energieübergang in der Weise stattfinden, daſs an B ein Vorgang V_b auftritt, bei welchem die von A hinweggehende Energiemenge von der Art E_1 in eine andere Energieart E_2 umgewandelt wird. Besteht zwischen den beiden Gebilden eine Beziehung der soeben angegebenen Art, so wird — und dies ist der hier aufzustellende Satz — in dem Falle, wo wir das energetische Gleichgewicht beider Gebilde dadurch stören, daſs wir durch irgendwelche von auſsen her (nicht von A her) stattfindende Einwirkung auf B in diesem den Vorgang V_b hervorrufen, das Gebilde A notwendig eine Veränderung erfahren, welche jener Veränderung V_a genau entgegengesetzt ist, d. h. eine Veränderung, bei welcher an A die Intensität der Energieart E_1 sinkt und der gesamte Energieinhalt von A eine Abnahme erleidet. Man denke sich z. B. ein zylindrisches Gefäſs, in welchem sich ein Kolben ohne Reibung bewegen kann. Auf den Kolben wirke von unten her der Druck eines eingeschlossenen Gases, von oben her eine Last, welche dem Drucke des Gases zunächst das Gleichgewicht hält. Falls wir nun den Druck des Gases (die Intensität der Volumenenergie desselben), etwa durch Verdampfung von Flüssigkeit, steigern (der Vorgang

[1] Man vergleiche hier eventuell Ostwald, a. a. O., II., 1, S. 46 f.

V_a), so wird das aus Kolben und Last bestehende zweite Gebilde eine Aufwärtsbewegung erfahren (der Vorgang V_b), indem ein Teil der Volumenenergie des Gases unter Umwandlung in Distanzenergie auf dieses zweite Gebilde übergeht. Hieraus folgt nach obigem Satze, dafs, wenn sich das hier betrachtete System im Gleichgewicht befindet und dieses Gleichgewicht dadurch gestört wird, dafs wir von aufsen her (z. B. durch eine von oben her wirkende mechanische Zugkraft) eine Aufwärtsbewegung des Kolbens und der Last bewirken, alsdann bei diesem Vorgange das Gas eine Abnahme seines Druckes (eine Intensitätsabnahme seiner Volumenenergie) erfahren mufs. Oder, um noch ein zweites Beispiel anzuführen, man nehme an, dafs, wenn das Gebilde A eine Temperaturerhöhung erfährt, alsdann durch die Wärmemenge, welche von A auf B übergeht, in B ein chemischer Vorgang V_b hervorgerufen werde, bei welchem Wärme in chemische Energie umgewandelt wird. Ist dies der Fall, so mufs nach dem obigen Satze dann, wenn wir den chemischen Vorgang V_b in dem Gebilde B von aufsen her durch irgendwelche (weder in B noch in A von anderweiten merkbaren Wirkungen begleitete) Kräfte, z. B. strahlende Energie, hervorrufen, das Stattfinden dieses Vorganges V_b notwendig davon begleitet sein, dafs das Gebilde A Wärme an B abgiebt und mithin die Temperatur von A sinkt.

Stehen also zwei Gebilde A und B in solcher Beziehung zueinander, dafs ein Vorgang V_a, welcher darin besteht, dafs die Intensität einer Energieart E_1 in A steigt, an und für sich an dem Gebilde B von einem Vorgange V_b gefolgt ist, bei welchem eine von A auf B übergehende Energiemenge von der Art E_1 sich in Energie einer anderen Art E_2 umwandelt, so wird dann, wenn wir den Vorgang V_b durch irgend eine äufsere (nicht über A stattfindende) und von sonstigen Nebenwirkungen freie Einwirkung hervorrufen, das Stattfinden dieses Vorganges V_b notwendig davon begleitet sein, dafs in A ein Vorgang stattfindet, welcher darin besteht, dafs die Intensität jener Energieart E_1 sinkt, welcher also genau entgegengesetzt ist wie der Vorgang V_a, dessen Auftreten in A (bei Abwesenheit anderweiter Einflüsse) das Eintreten des Vorganges V_b in B zur Folge hat.[1]

[1] Man kann diesen wohl schon an und für sich plausiblen, anderweiten Reziprozitätssätzen verwandten Satz unschwer ableiten, wenn

Mittels vorstehenden Satzes läfst sich nun leicht eine Erklärung des Simultankontrastes geben, wenn man annimmt, dafs sich von jedem durch Licht gereizten Zapfen (oder Stäbchen) aus in hier kurz als Kontrastbahnen zu bezeichnenden Bahnen ein Vorgang (Vermittelungsvorgang) weiter verbreite, auf dessen Weiterleitung bis zu den benachbarten Zapfen die von dem gereizten Zapfen ausgehende sogenannte Kontrastwirkung beruhe. Man sehe das Gebilde A, von welchem im Obigen die Rede ist, als die lichtempfindliche Schicht eines Zapfens an, und das Gebilde B sei diejenige Schicht der Kontrastbahnen, welche in unmittelbarer Nachbarschaft und Wechselwirkung zur Zapfenschicht A steht. Bei neutraler Stimmung der Netzhaut besteht Energiegleichgewicht zwischen beiden Gebilden. Wird durch einwirkendes Licht in der Zapfenschicht A ein Vorgang V_a hervorgerufen, welcher in einem Überwiegen bestimmter Reaktionen (z. B. W-Reaktionen) über die genau entgegengesetzten Reaktionen (S-Reaktionen) besteht, so tritt infolge davon in Schicht B ein bestimmter Vermittelungsvorgang V_b ein, der sich (ähnlich wie sich die Nervenerregung in ihren Bahnen fortpflanzt) in den Kontrastbahnen weiter verbreitet. Wird aber umgekehrt das Energiegleichgewicht zwischen der Zapfenschicht A und jener Schicht B dadurch gestört, dafs von den entfernteren Schichten der Kontrastbahnen her in B der Vorgang V_b hervorgerufen wird, so mufs dies nach obigem Satze zur Folge haben, dafs in der Zapfenschicht A ein Vorgang entsteht, welcher jenem Vorgange V_a genau entgegengesetzt ist (in einem Überwiegen der S-Reaktionen über die W-Reaktionen besteht). Bewirken wir also in einem

man z. B. die von OSTWALD a. o. a. O. angestellten energetischen Betrachtungen zu Grunde legt. Scheinbare Abweichungen von der Gültigkeit dieses Satzes treten auf, wenn das Stattfinden des Vorganges V_b in dem Gebilde B noch andere Vorgänge hervorruft, welche auf A in erheblichem Grade zurückwirken. Angenommen z. B., es sei V_b ein Vorgang, welcher an sich mit Wärmebindung verknüpft ist und durch eine Erhöhung der Temperatur von A hervorgerufen werden kann, welcher aber nach Erreichung eines bestimmten Grades zu einer mit starker Wärmebildung verbundenen, plötzlichen Explosion führt, so wird allerdings dann, wenn wir den Vorgang V_b durch irgend eine nicht über A gehende Einwirkung hervorrufen, dem Gebilde A so lange Wärme entzogen werden, als V_b noch nicht jenen explosiven Vorgang erweckt hat. Sobald aber letzterer eintritt, mufs selbstverständlich auch A eine Erwärmung erfahren.

Zapfen oder Komplexe von Zapfen durch Licht einen positiven oder negativen Wert der Differenz J_w—J_s, J_r—J_g oder J_e—J_b, so mufs nach obigem Satze der Vermittelungsvorgang, der sich von diesem Zapfen oder Zapfenkomplexe aus in den Kontrastbahnen nach den benachbarten Zapfen hin verbreitet, auf diese letzteren notwendig in genau entgegengesetztem Sinne, nämlich im Sinne des Eintretens eines negativen bezw. positiven Wertes jener Differenz wirken.[1]

Macht man also die Annahme, dafs die verschiedenen Zapfen und Stäbchen durch irgend welche Kontrastbahnen, in denen sich ein vermittelnder Vorgang verbreiten könne, miteinander verbunden seien, — und jede überhaupt in Betracht kommende Theorie des Simultankontrastes mufs schliefslich irgendwelche auf besonderen Bahnen sich verbreitende Vermittelungsvorgänge annehmen, welche die verschiedenen Netzhautstellen oder nervösen Partien in Wechselwirkung bringen, — so läfst sich vom Standpunkt unserer Theorie aus, nach welcher zwischen einem durch Licht direkt erweckten und dem durch dasselbe Licht indirekt hervorgerufenen Netzhautprozesse die einfache Beziehung des direkten Gegensatzes besteht, mit Hilfe der obigen einfachen energetischen Betrachtung (die vielleicht noch anderweite Anwendung im

---

[1] Will man sich die Art und Weise, wie nach obiger Erklärung der Simultankontrast zu stande kommt, an einem einfachen Beispiele veranschaulichen, so nehme man an, dafs der durch Licht in einem Zapfen hervorgerufene Netzhautprozefs einfach in einer Temperatur**erhöhung** bestehe, und dafs demgemäfs der durch diesen Netzhautprozefs bewirkte Vermittelungsvorgang in irgend einem Vorgange, etwa chemischer Art, bestehe, bei welchem Wärme gebunden wird. Alsdann mufs das Ankommen dieses Vermittelungsvorganges an einem benachbarten ruhenden Zapfen notwendig von einer Temperatur**abnahme** desselben begleitet sein. Um auf die wirklichen Verhältnisse überzugehen, hat man in diesem Beispiele an Stelle der Temperaturzunahme und -abnahme entgegengesetzte Intensitätsänderungen chemischer Prozesse zu setzen. Bei unserer Unbekanntschaft mit dem eigentlichen Wesen der chemischen Prozesse läfst sich weiteres hierzu gegenwärtig nicht bemerken. —

Wir hatten früher (§ 21, S. 353. Anmerkung 1) unentschieden gelassen, ob die Kontrastwirkungen von dem ersten oder zweiten der beiden Teilvorgänge ausgehen, aus denen sich jeder durch Licht in dem Sehepithele hervorgerufene Prozefs zusammensetzt. Wie sich aus Obigem ergiebt, haben wir uns für das zweite Glied dieser Alternative (nicht ohne Gründe) entschieden.

Gebiete der Physiologie zu finden vermag) das Zustandekommen des Simultankontrastes ohne weiteres erklären. Verbindet man dagegen jene Annahme mit irgend einer anderen psychophysischen Ansicht über die Gesichtsempfindungen, so bleibt es nach wie vor völlig rätselhaft, weshalb die Kontrastwirkungen gerade so sind, wie sie thatsächlich ausfallen, weshalb z. B. Blau gerade Gelb und Rot gerade Grün in seiner Umgebung durch Kontrast hervorzurufen strebt. Nach der von uns vertretenen Theorie läfst sich ohne weiteres angeben, weshalb die durch eine Farbe erweckte Kontrastfarbe mit der Farbe des komplementären Nachbildes übereinstimmt. Nach den von der Theorie der Gegenfarben abweichenden Ansichten hingegen bleibt diese Uebereinstimmung völlig unverständlich.

Ob die Kontrastbahnen, welche die lichtempfindlichen Schichten der verschiedenen Zapfen und Stäbchen miteinander verbinden, Nervenbahnen sind oder nicht, kann hier dahingestellt bleiben. Man kann geneigt sein, hier auf die sogenannten horizontalen Zellen der äufseren gangliösen Schicht (inneren Körnerschicht) zu verweisen, insbesondere auf diejenigen derselben, welche der absteigenden Fortsätze entbehren und nur horizontale Fortsätze entsenden. Es ist kaum möglich, diesen Zellen nebst ihren Fortsätzen eine andere Funktion zuzuschreiben als diejenige, welche ihnen Ramon y Cajal (a. a. O., S. 139, 242) zuschreibt, nämlich die Funktion, mehr oder weniger weit voneinander entfernte Zapfen oder Stäbchen in Zusammenhang zu einander zu bringen. Indessen ist nicht zu übersehen, dafs die von uns angenommenen Kontrastbahnen besondere Bahnen sind, welche die lichtempfindlichen Schichten der verschiedenen Zapfen und Stäbchen in Zusammenhang zueinander bringen, während die horizontalen Zellen nur als Verbindungsglieder zwischen den inneren Endteilen der Zapfen- und Stäbchenfasern gelten können. Mithin ist durch den Nachweis jener horizontalen Zellen der Beweis für die Existenz besonderer Kontrastbahnen nervöser Natur noch nicht erbracht. Es ist auch nicht im mindesten die Annahme nötig, dafs der die Kontrastwirkungen vermittelnde Vorgang eine Nervenerregung sei.[1] Fast jeder einfache Vorgang, der durch

[1] Der Umstand, dafs diese (von uns früher bevorzugte) Annahme bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens andererseits auch nicht als völlig ausgeschlossen gelten kann, ist der Grund davon, dafs diese

einen Netzhautprozeſs in der Umgebung der erregten lichtempfindlichen Partien hervorgerufen wird und sich weiter verbreitet, kann nach dem Obigen als Vermittler der Kontrastwirkungen dienen.[1]

Im Vorstehenden sind wir in Übereinstimmung mit vielen Forschern von der Voraussetzung ausgegangen, daſs die Kontrastwirkungen durch Vorgänge, die an der Peripherie des Sehorganes (der lichtempfindlichen Netzhautschicht) stattfinden, und nicht durch Vorgänge zentraler Art zu stande kommen. Es erhebt sich die Frage, ob wir diese Voraussetzung nur als eine zur Erklärung der Erscheinungen dienliche Annahme einführen oder anderweite positive Gründe für dieselbe besitzen. Hierzu ist Folgendes zu bemerken.

Wie wir früher (§ 27, S. 407) gezeigt haben, läſst sich der Simultankontrast, wenn man ihn als peripherisch bedingt ansieht, als eine sehr zweckmäſsige Einrichtung darstellen, die dahin wirkt, die Netzhautstellen für bevorstehende Lichtreize wohl vorzubereiten und nach geschehener Lichteinwirkung schneller wieder auf den normalen Erregbarkeitszustand zu bringen.[2] Nimmt man hingegen einen zentralen Ursprung des

---

Ausführungen zur Erklärung des Simultankontrastes ihre Stelle in diesem von der Mitbeteiligung der Sehnervenerregungen handelnden Kapitel behalten haben.

[1] Auch ein Vorgang, bei welchem eine Auslösung von Spannkräften stattfindet, kann als ein solcher Vermittelungsvorgang dienen. Man muſs (im Sinne der Ausführungen, welche Ostwald, a. a. O, II., 1, S. 516 f., 1087 f. über die „metastabilen Gebilde" gegeben hat) bedenken, daſs ein Vorgang, bei welchem eine Auslösung von Spannkräften stattfindet, im Grunde stets aus 2 Teilvorgängen besteht, nämlich erstens aus einem Vorgange, bei welchem gewisse Widerstände überwunden werden, und zweitens aus einem Vorgange, bei welchem die Umwandlung der Spannkräfte in anderweite Energie stattfindet. Auf Grund der Teilvorgänge der ersteren Art könnten solche Prozesse, bei denen es zur Auslösung von Spannkräften kommt, sehr gut als Vermittler der Kontrastwirkungen dienen.

[2] Unsere Ansicht, daſs der Simultankontrast dazu diene, in dem Falle, wo wir einem Gesichtsobjekt den Blick zuwenden, die durch das Objekt bereits gereizten Netzhautstellen sich schneller erholen zu lassen und die durch das Objekt erst noch zu reizenden Netzhautstellen in geeigneter Weise vorzubereiten, scheint eine wertvolle Bestätigung durch die Untersuchungen von Charpentier (*Arch. de physiol.*, 1896, S. 677 ff.) gefunden zu haben, nach denen die Kontrastwirkungen, die von einem Lichtobjekte ausgehen, sich in ganz besonderem Grade in der Richtung

Simultankontrastes an, so fällt mindestens die an zweiter Stelle genannte zweckmäfsige Wirksamkeit desselben hinweg. Denn die Thatsachen, welche zur Behauptung einer Unermüdbarkeit der Nerven geführt haben, schliefsen die Möglichkeit völlig aus, dafs ein Teil der nervösen Sehbahn durch eine Lichteinwirkung, die nur Bruchteile einer Minute dauert, in merkbarem Grade ermüdet werde.

Wichtiger ist der folgende Gesichtspunkt. Wie soeben in Erinnerung gebracht worden ist und weiterhin (§ 34 und 36) noch näher ausgeführt werden wird, haben wir guten Grund, den negativen Nachbildern und überhaupt allen Erscheinungen des Gesichtssinnes, welche man auf eine durch die Lichteinwirkung bewirkte Ermüdung oder Modifikation des Erregbarkeitszustandes zurückgeführt hat, wesentlich peripherische Entstehungsursachen unterzulegen. Da nun die Vorgänge, welche unseren durch Kontrast bewirkten Gesichtsempfindungen (Modifikationen von Gesichtsempfindungen) zu Grunde liegen, in ganz gleicher Weise wie die durch direkte Netzhautreizung im Sehorgan hervorgerufenen Veränderungen zur Entstehung von negativen Nachbildern und von Erregbarkeitsmodifikationen Anlafs geben,[1] so müssen jene Vorgänge notwendig gleichfalls

des Radius, welcher die Macula lutea mit dem Netzhautbilde des Objektes verbindet, auf der Netzhaut verbreiten. Was die erwähnte geeignete Vorbereitung anbelangt, welche bei einer Blickbewegung die durch das betreffende Gesichtsobjekt zu reizenden Netzhautstellen durch die dem Netzhautbilde des letzteren vorauslaufende Kontrastwirkung erfahren, so wird durch diese Kontrastwirkung erreicht, dafs in dem Momente, wo das Objekt eine Netzhautstelle direkt reizt, die demselben entsprechende Erregung nicht erst ein allmähliches Anklingen beginnt, sondern sofort schon mit einem erheblichen Betrage vorhanden ist. Denn z. B. die dem Netzhautbilde eines weifsen Objektes vorauslaufende Vermehrung des *W*-Materiales auf Kosten des *S*-Materiales mufs notwendig zu Folge haben, dafs in dem Momente, wo das Bild des weifsen Objektes auf eine durch diese Kontrastwirkung vorbereitete Netzhautstelle fällt, in letzterer sofort die *W*-Reaktionen schon bedeutend über die *S*-Reaktionen überwiegen.

[1] Es ist wohl nicht nötig, diese Behauptung näher zu begründen, z. B. an die schon von Hering (*Zur Lehre vom Lichtsinne* S. 7) gelegentlich erwähnte Thatsache zu erinnern, dafs der Lichthof, welcher das negative Nachbild einer weifsen Scheibe umgiebt, zuweilen sichtbar ist, wenn das Nachbild der Scheibe „gar nicht dunkler ist als der Grund überhaupt, obwohl es dunkler ist als der Hof.“ Der Lichthof stellt sich in solchen Fällen ganz unzweifelhaft als eine Nachwirkung des Dunkelhofes dar, welcher das Bild der hellen Scheibe als Kontrasterscheinung umgab.

peripherischen Ursprunges sein. Wären sie zentralen Ursprunges, so könnten sie nicht von Folgeerscheinungen begleitet sein, die nachweislich auf peripherischem Gebiete liegen.

Einen Versuch, welcher alle zentralen, sogenannten psychologischen, Deutungen des Simultankontrastes kurz und bündig widerlegt, hat Hering in *dieser Zeitschrift.*, 1, 1890, S. 23 ff. mitgeteilt. Einen Beweis dafür, dafs der Simultankontrast peripherischen Ursprunges in unserem Sinne sei, d. h. auf Vorgängen beruhe, die sich an und zwischen den verschiedenen Partien der lichtempfindlichen Netzhautschicht abspielen, liefert dieser Versuch allerdings nicht, da er sich z. B. auch mit der Annahme vertragen würde, dafs der Simultankontrast durch Vorgänge zu stande komme, die sich lediglich zwischen den nervösen Teilen der Retina abspielen.

Die obige Theorie des Zustandekommens des Simultankontrastes läfst sich natürlich in ihren Konsequenzen eingehender entwickeln. Wie schon früher erwähnt, liegt indessen ein näheres Eingehen auf die Kontrasterscheinungen, ihre Gesetze und Wirkungen aufserhalb der Aufgaben dieser Abhandlung.

Von vornherein kann man daran denken, die Erscheinungen des Simultankontrastes vom Standpunkte der Theorie der Gegenfarben aus einfach daraus zu erklären, dafs bei Einwirkung von Licht auf eine Netzhautstelle die Produkte der an dieser Stelle hervorgerufenen Netzhautprozesse teils direkt, teils mit Hilfe des Blutstromes in die benachbarten Netzhautstellen hinüberdiffundierten. Wirke z. B. weifses Licht auf eine Netzhautstelle ein, so werde nach dem Früheren an dieser Stelle *S*-Material angehäuft. Indem nun ein Teil dieses *S*-Materiales in die benachbarten Netzhautstellen überwandere, müfse in denselben notwendig ein Übergewicht der *S*-Reaktionen über die *W*-Reaktionen entstehen. Die hier angedeutete Erklärungsweise scheitert indessen daran, dafs sie bei der schon auf S. 24 f. hervorgehobenen Langsamkeit der Diffusionsvorgänge die von verschiedenen Forschern erwiesene fast momentane Entstehung des Simultankontrastes nicht zu erklären vermag.

Nun hat allerdings Ebbinghaus *(diese Zeitschr.* 5. S. 204) geltend gemacht, dafs zwischen einer gereizten Netzhautstelle und ihrer Umgebung zweifellos elektrische Potentialdifferenzen entstünden, welche in elektrischen Strömen ihren Ausgleich fänden, deren elektrolytische und kataphorische Nebenwirkungen den Stoffaustausch der betreffenden Netzhautstellen wesentlich beschleunigten. Allein angenommen z. B., eine durch rotes Licht gereizte Netzhautstelle werde negativ elektrisch, und dasselbe gelte von einer durch gelbes Licht gereizten Stelle, so kann ich eine rote und gelbe Lichtfläche, von denen die eine die andere umgiebt, mit solchen Lichtstärken herstellen, dafs zwischen den durch die erstere und den durch die letztere Lichtfläche gereizten Netzhautstellen gar keine elektrischePotentialdifferenz besteht. Alsdann müfsten nach der obigen Annahme von Ebbinghaus die rote und die gelbe Lichtfläche innerhalb der hier in Betracht kommenden Zeiten gar keine merkbare Kontrastwirkung auf einander ausüben; denn alsdann würde ja der

Stoffaustausch zwischen den durch diese Lichtflächen gereizten Netzhautteilen nur mittels des Blutstromes und der langsamen Diffusionsvorgänge stattfinden. Es ist wohl nicht nötig, das hier gegen die obige Ebbinghaussche Annahme erhobene Bedenken noch weiter auszuführen.

Auf Grund der hier von uns vertretenen Theorie des Simultankontrastes läfst sich leicht auch die Frage beantworten, inwieweit die Farbe, welche in einem an sich farblosen Felde durch Kontrast erweckt wird, genau komplementär zur Farbe des Kontrast erregenden Feldes sein mufs. Entspricht der Farbe des letzeren Feldes nur ein einziger chromatischer Netzhautprozefs, ist dieselbe also eine der vier Urfarben, so kann der Farbe des Kontrastfeldes gleichfalls nur ein einziger chromatischer Netzhautprozefs entsprechen, und zwar mufs derselbe derjenige Netzhautprozefs sein, welcher dem der Farbe des Kontrast erregenden Feldes zu Grunde liegenden Netzhautprozefs genau entgegengesetzt ist. Ist also die Farbe des Kontrast erregenden Feldes eine Urfarbe, so ist die Kontrastfarbe notwendig zu derselben komplementär. Falls hingegen der Farbe des ersteren Feldes zwei chromatische Netzhautprozesse (z. B. *R*- und *E*-Prozefs) entsprechen, so werden freilich in den dem Kontrastfelde entsprechenden Netzhautstellen die beiden entgegengesetzten Netzhautprozesse (*G*- und *B*-Prozefs) erweckt werden. Wie aber nicht weiter ausgeführt zu werden pflegt, haben wir gar keine Garantie dafür, dafs das Intensitätsverhältnis dieser beiden letzteren Prozesse genau so ausfalle, dafs ein Lichtreiz, welcher bei Einwirkung auf eine neutral gestimmte Netzhautstelle genau die Empfindung der in dem Kontrastfelde bestehenden Färbung hervorruft, die reine Weifsempfindung bewirken kann, falls er mit der Farbe des Kontrast erregenden Feldes in einem geeigneten Intensitätsverhältnisse gemischt wird. Ist also die Farbe des Kontrast erregenden Feldes keine Urfarbe, so braucht die Kontrastfarbe nicht komplementär zu derselben zu sein. Es ist mithin einigermafsen irrig, wenn man meint, dafs Versuche, bei denen sich gezeigt hat, dafs die Kontrastfarbe nicht immer komplementär zu der Kontrast erweckenden Farbe ist, die Unzulänglichkeit der Heringschen Erklärung des Simultankontrastes ergeben. Dieser Irrtum ist noch bedenklicher, wenn bei den betreffenden Versuchen (man vergleiche Abney in den *Proc. of the R. Soc. of London*, 56, 1894, S. 221) die Bestimmung darüber, welche Farben zu einander komplementär seien, ohne weiteres auf Grund der Voraussetzung erfolgt ist, dafs das Licht einer bestimmten elektrischen oder anderen künstlichen Lichtquelle als rein weifses Licht zu betrachten sei. Wir brauchen ferner nicht erst auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, welche für Versuche der hier in Rede stehenden Art daraus entspringen, dafs sich aus dem in § 22 (S. 369 f.) angeführten Grunde der Farbenton eines Kontrast erregenden Feldes und des zugehörigen Kontrastfeldes notwendig mit der Betrachtungsdauer ändert, falls die Färbung des ersteren Feldes nicht mit einer Urfarbe übereinstimmt.

Wundt (*Physiol. Psychol.*, 4. Aufl. 1, S. 538) wendet gegen die hier vertretene physiologische Auffassung des Simultankontrastes ein, dafs dieselbe z. B. nicht zu erklären vermöge, dafs „eine Fläche von geringer

Helligkeit dann den stärksten Kontrasteinfluſs erfährt, wenn auch der induzierende Reiz von geringer Helligkeit ist.“ Dazu ist Folgendes zu bemerken.

Bezeichnen wir, wie früher, mit w und s die Intensität der vorhandenen W- und S-Erregung, so besitzt die Summe $(w + s)$ einen Minimalwert $(w_0 + s_0)$, wenn die zentrale Sehsubstanz ganz sich selbst überlassen ist und von der Netzhaut her weder in der einen noch in der anderen Richtung einen Antrieb erhält. Wirkt dagegen ein W- oder S-Reiz auf eine Netzhautstelle ein, so steigt nach Maſsgabe der Stärke des Reizes in der zugehörigen Partie der Sehsubstanz der Wert der Summe $(w + s)$, indem zwar s bezw. w abnimmt, aber w bezw. s eine Zunahme erfährt, die über die Abnahme von s bezw. w überwiegt.[1] Von diesem Verhalten überzeugt man sich leicht z. B. durch folgenden Versuch. Man stelle sich auf einer Rotationsscheibe einen mittleren Ring her, der z. B. aus 320° Tuchschwarz und 40° (auf Tuchschwarz aufliegendem) Rot besteht und innen und auſsen von hellem Weiſs umgeben ist. Auf einer zweiten Rotationsscheibe stelle man sich einen gleich breiten Ring von ganz derselben Zusammensetzung her, der jedoch innen und auſsen von Tuchschwarz umgeben ist. Auf einer dritten Scheibe endlich enthalte der mittlere Ring neben 40° von jenem (auf Tuchschwarz aufliegenden) Rot noch 320° helles Weiſs und sei überdies behufs Hebung seiner Helligkeit auſsen und innen von Tuchschwarz umgeben. Werden nun die drei Scheiben in hinlänglich schnelle Rotation versetzt, so erscheint der mittlere Ring auf der zweiten Scheibe sehr deutlich rötlich, auf der ersten noch gerade merkbar rötlich, auf der dritten Scheibe endlich vermag man keine Spur von Rötlichkeit zu entdecken.[2] Dieses Resultat erklärt sich in einfacher Weise daraus, daſs der Wert, den die Summe $(w + s)$ in den durch den mittleren Ring erregten Teilen der Sehsubstanz besitzt, bei Betrachtung der zweiten Scheibe von dem obigen Minimalwerte $(w_0 + s_0)$ nur wenig verschieden ist, bei Betrachtung der ersten Scheibe hingegen erheblich gröſser ist als jener Mimimalwert, weil durch die Kontrastwirkung des umgebenden Weiſs zwar w verringert, aber s in noch höherem Grade gesteigert ist, und bei Betrachtung der dritten Scheibe endlich wegen der starken W-Reizung sogar sehr viel gröſser ist als jener Minimalwert. Aus diesem Verhalten der Summe $(w + s)$ ergiebt sich nach dem Axiom der Mischempfindungen (§ 5) ohne weiteres, daſs die R-Erregung, welche dem auf allen drei Scheiben in gleicher Stärke und Ausdehnung gegebenen Rot des mittleren Ringes entspricht, bei der zweiten Scheibe eine beträchtlich höhere Rötlichkeit

[1] Daſs z. B. bei Einwirkung eines W-Reizes die Zunahme von w gröſser ist als die Abnahme von s, begreift sich leicht, wenn man bedenkt, daſs wir uns bei der Abnahme von s dem Nullpunke nähern, über den hinaus eine weitere Verringerung nicht möglich ist.

[2] Um den Einfluſs der Variabilität der Pupillenweite auszuschlieſsen, kann man die Mitte zwischen der ersten und zweiten und dann die Mitte zwischen der zweiten und dritten Scheibe fixieren oder die Scheiben durch ein in einem Kartonstück angebrachtes Löchelchen betrachten.

der Empfindung bewirken mufs, als bei der ersten oder vollends gar der dritten Scheibe.[1]

Will man also auf einem Felde von geringer Helligkeit den Kontrasteinflufs einer umgebenden farbigen Fläche möglichst deutlich beobachten, so darf man selbstverständlich dieser Fläche nicht eine beträchtliche Helligkeit geben; denn sonst wird infolge des Helligkeitskontrastes für die dem Kontrastfelde entsprechenden Teile der Sehsubstanz die Summe ($w + s$) zu grofs, und die Kontrastfarbe erscheint aus demselben Grunde weniger deutlich, aus welchem bei dem vorstehend erwähnten Versuche das Rot auf dem von Weifs umgebenen Ringe der ersten Scheibe weniger deutlich erkennbar ist als auf dem von Schwarz umgebenen, gleichbeschaffenen Ringe der zweiten Scheibe. Und Wundt hat durch die obenerwähnte Auslassung nur das Eine bewiesen, dafs ihm sehr einfache psychophysische Betrachtungen, die jedem mit Herings Darlegungen nur einigermafsen Vertrauten völlig geläufig sind, durchaus fremd sind.[2]

Wenn bei dem obigen Versuche der mittlere Ring der dritten Scheibe gar keine Spur von Rötlichkeit erkennen läfst, so kommt bei Erklärung dieser Erscheinung aufser dem soeben angedeuteten Gesichtspunkte noch ein zweiter Umstand in Betracht, nämlich der Umstand, dafs in der von dem hellweissen Ringe gereizten Netzhautstelle sofort ein retinaler Anpassungszustand sich entwickelt, infolge dessen der rote Ringabschnitt dieser Scheibe einen beträchtlich schwächeren R-Prozefs bewirkt, als der rote Ringabschnitt der beiden anderen Scheiben. Wie schon früher angedeutet, lassen sich viele Erscheinungen des Simultankontrastes ohne eine Berücksichtigung der retinalen Anpassung absolut nicht verstehen. Setzen wir bei konstant erhaltener Helligkeit der Kontrast erregenden Fläche dem Kontrastfelde Weifs zu, so ändert sich der retinale Anpassungszustand der dem Kontrastfelde entsprechenden Netzhautstelle, wovon der auf diese Stelle ausgeübte Kontrasteinflufs nicht ebenso betroffen wird, wie der auf dieselbe einwirkende Lichtreiz. Hieraus erklärt sich ohne weiteres die (neuerdings von Pretori und Sachs näher untersuchte) Thatsache, dafs für die Kompensierung eines und desselben Kontrasteinflusses ein umso intensiverer farbiger Lichtreiz nötig ist, je mehr Weifs dem Kontrastfelde zugesetzt ist. Aus der Wirksamkeit der retinalen Anpassung erklärt sich ohne weiteres auch die zweite von den soeben genannten Forschern näher untersuchte Thatsache, dafs der von einem farbigen Felde ausgehende Kontrasteinflufs

[1] Wie diejenigen, welche eine besondere S-Erregung nicht annehmen, sondern die Schwarzempfindung nur für eine wenig intensive Weifsempfindung ansehen, den Umstand erklären wollen, dafs bei dem obigen Versuche der mittlere Ring der ersten Scheibe weniger rötlich erscheint als derjenige der zweiten Scheibe, beibt völlig unerfindlich.

[2] Aus unseren obigen Darlegungen läfst sich unschwer folgern — und die Beobachtung bestätigt diese Folgerung, — dafs die Behauptung Kirschmann's (*Wundt's Philos. Studien*, 6, 1891, 474 ff.), der simultane Farbenkontrast komme am besten zur Geltung, wenn der Helligkeitskontrast ausgeschlossen oder auf ein Minimum reduziert sei, in ihrer Allgemeinheit nicht richtig ist.

bei konstanter farbiger Valenz dieses Feldes und unter sonst gleichen Umständen umso geringer ist, je gröfser die Weifsvalenz dieses Feldes ist.[1] Wenn Pretori und Sachs (*Pflügers Arch.*, 60, 1895, S. 77) die erstere der beiden soeben erwähnten Thatsachen darauf zurückführen, dafs das dem Kontrastfelde zugesetzte Weifs unter dem Einflusse des Kontrastes eine der Kontrastfarbe entsprechende chromatische Valenz erhalte, so läfst sich diese (für die zweite der hier erwähnten Thatsachen völlig versagende) Erklärung direkt durch Versuche ausschliefsen, wie gezeigt werden wird. Wie schon früher (§ 23, S. 383) bemerkt, werden die hier berührten Dinge (einschliefslich der damit eng zusammenhängenden Frage nach der Entstehungsweise des binokularen Kontrastes[2]) den Gegenstand einer besonderen Untersuchung bilden.

Wundt (a. a. O. S. 553) führt gegen die Erklärung des Simultankontrastes durch peripherische Vorgänge auch noch die Beobachtung an, dafs an einer erblindeten zentralen Stelle seines eigenen rechten Auges bei der Einwirkung verbreiteter Farbeneindrücke auf die Umgebung regelmäfsig Kontrastfarben auftreten. „Zuerst wird die erblindete Stelle mit der Umgebung gleichfarbig gesehen; nach kurzer Zeit stellt sich dann aber die Kontrastfarbe ein.“ Hierzu ist zu bemerken, dafs die näheren Angaben, welche Kirschmann (*Wundts Philos. Stud.* 8. 1893. S. 230 und 430) über das Verhalten der angeblich erblindeten Stelle des Wundtschen Auges macht, und auf welche Wundt selbst verweist, zu der angeführten Mitteilung Wundts nicht genügend stimmen. Während Wundt selbst berichtet, dafs die erblindete Stelle zunächst mit der Umgebung gleichfarbig gesehen werde, erscheint nach Kirschmanns Mitteilung die auf die „erblindete“ ringförmige Stelle projizierte Partie zunächst farblos (hellgrau), geht aber dann in einen farbigen Eindruck über, der auf Gelb von violettem, auf Grün von rotem, auf Blau von gelbem Farbenton ist; auf Rot und Purpur indessen erscheint die Kontrastfarbe nicht, vielmehr werden beide Farben von der „erblindeten“ Stelle als bräunlich empfunden. Es ist natürlich unzulässig, einen Fall, der zu zwei einander so widersprechenden Berichterstattungen Anlafs geben konnte, zur Entscheidung irgendwelcher Fragen heranzuziehen.[3]

[1] Selbstverständlich ist bei Erörterung der oben berührten Frage, wefshalb man, um auf einem Felde von geringer Helligkeit den stärksten Kontrasteinflufs zu erzielen, dem induzierenden Felde gleichfalls eine geringe Helligkeit geben mufs, auch das hier erwähnte Verhalten der retinalen Anpassung zu beachten.

[2] „Man lege auf eine schwarze Fläche einen weifsen Streifen, spalte letzteren durch Schielen in ein Doppelbild und bringe vor das rechte Auge ein blaues, vor das linke ein graues Glas.“ Bewirken bei diesem Versuche diejenigen Stellen der linken Netzhaut, auf denen sich der graue Streifen abbildet, eine Änderung des retinalen Anpassungszustandes der korrespondierenden Stellen der rechten Netzhaut, von der Art, dafs letztere Stellen für Lichteinwirkungen minder empfänglich werden als ihre Umgebung, so können diese Stellen infolge des Kontrasteinflusses, den sie seitens der benachbarten, von dem blauen Lichte stärker getroffenen Netzhautstellen des rechten Auges erfahren, eine gelbliche Färbung des zweiten Streifenbildes bewirken.

[3] Wenn Wundt mitteilt, dafs die Stelle des Skotoms zunächst in der Farbe der Umgebung erscheine, so ist man veranlafst, das Skotom

Endlich wendet Wundt (a. a. O. S. 539) gegen die Erklärung des Simultankontrastes durch antagonistische Irradiation noch ein, dafs, wenn diese Erklärung richtig wäre, „so müfste, wenn man an der rotierenden Scheibe die äufseren und inneren Sektoren von komplementärem Farbenton ... wählt, der mittlere Ring ebenso grau erscheinen wie beim Hinwegfallen der induzierenden Farben. Letzteres ist aber nicht der Fall, sondern entweder bleiben die Kontrastfarben als getrennte farbige Ringe sichtbar, die unmittelbar an einander stofsen, oder, wenn man den grauen Ring sehr schmal nimmt, so greifen die Kontrastfarben über einander, während der Ring selbst bald farblos, bald schwach gefärbt, immer aber zugleich durchsichtig erscheint, so als wenn die eine Farbe in der anderen gespiegelt würde.“ Diese Auslassung ist uns völlig unbegreiflich. Da die Kontrastwirkung bei zunehmender Entfernung von der Kontrast erweckenden Fläche nachweislich abnimmt, so mufs selbstverständlich auch nach der von Wundt bekämpften Ansicht das ringförmige Kontrastfeld, falls es nicht sehr schmal genommen ist, in zwei unmittelbar aneinander anstofsende, farbige Ringe zerfallen. Nimmt man dasselbe sehr schmal, so mufs es je nach den Umständen merkbar farblos oder in dieser oder jener Farbe erscheinen. Was endlich die behauptete Durchsichtigkeit des Ringes anbelangt, so mufs ich erstens behaupten, dafs dieselbe unter

---

zunächst als ein negatives anzusehen. Nach Kirschmanns Mitteilung, dafs die Stelle des Skotoms zunächst farblos erscheine, hat man das Skotom für ein positives zu halten. Aufserdem scheint die Mitteilung Kirschmanns, dafs Rot und Violett an der betreffenden Stelle bräunlich empfunden würden, darauf hinzuweisen, dafs an der „ihrer empfindenden Elemente völlig beraubten“ Netzhautstelle noch eine gewisse Empfänglichkeit für Rot besteht. Nach der Darstellung Kirschmanns ist der Fall solchen Fällen ähnlich, wo das Skotom durch pathologische Trübungen irgendwelcher vor der lichtempfindlichen Schicht befindlicher Netzhautteile (und zwar solche Trübungen, bei denen die Durchlässigkeit für rotes Licht nicht völlig aufgehoben ist) bedingt ist (man vergleiche Treitel im *Arch. f. Ophthalm.* 31. 1. S. 259 ff., insbesondere S. 276 ff.). Ist ein Skotom von der soeben erwähnten Art, so ist ein Auftreten von Kontrastwirkungen in den für Lichtreize nicht mehr in normaler Weise zugänglichen Teilen des Sehepitheles nichts weniger als ausgeschlossen. Übrigens ist zu beachten, dafs in der hier in Rede stehenden Beziehung ganz ebenso, wie eine vor der lichtempfindlichen Schicht befindliche, ophthalmoskopisch nachweisbare Trübung (Exsudat u. dergl.) auch jedwede pathologische Affektion wirken muss, welche zur Folge hat, dafs ein retinaler Anpassungszustand, der unter normalen Umständen nur bei starker Lichteinwirkung eintritt, (z. B. eine sehr entwickelte Innenstellung des Pigmentes) an einer bestimmten Netzhautstelle andauernd besteht. Auch bei einer Affektion der letzteren Art kann beim Blicken auf eine einfarbige Fläche an der betroffenen Stelle die Kontrastfarbe auftreten. Es ist eigentümlich, dafs die Ophthalmologen dem Verhalten der Skotome in Beziehung auf den Simultankontrast keine Aufmerksamkeit geschenkt zu haben scheinen. Aufser den obigen Angaben von Wundt und Kirschmann haben wir über diesen Punkt nur noch die beiläufige Mitteilung von Filehne (*Arch. f. Ophthalm.* 31. 2. S. 15) ausfindig machen können, die freilich gleichfalls sehr viel an beweiskräftiger Ausführlichkeit und Bestimmtheit zu wünschen übrig läfst und uns keinerlei Sicherheit dafür gewährt, dafs die beobachteten Kontrasterscheinungen nicht einfach Erscheinungen successiven Kontrastes waren.

den von Wundt angegebenen Umständen weder von mir noch von sonst Jemandem hier wahrgenommen werden kann. Zweitens ist zu bemerken, dafs die behauptete Durchsichtigkeit des Ringes, falls sie bestände, nichts weiter ergeben würde, als die höchst selbstverständliche Thatsache, dafs in gleicher Weise wie solche Erregungen, welche durch direkte Netzhautreizung entstehen, auch solche, welche auf indirekter Netzhautreizung beruhen, zentralen Einflüssen unterliegen können.

Nach Vorstehendem dürfen wir uns eines Eingehens auf die Lehre, welche Wundt selbst über das Zustandekommen des Simultankontrastes aufstellt, füglich entschlagen, eine Lehre, die in ihrer Unklarheit nicht einmal den Versuch macht, die Frage zu beantworten, weshalb denn ein Grau, wenn es im Verhältnis zu einem Gelb geschätzt wird, uns gerade blau erscheint, hingegen rot erscheint, wenn es in Beziehung auf benachbartes Grün empfunden wird.

§ 32. Die theoretische Bedeutung der binokularen Farbenmischung.

Lassen wir auf eine Netzhautstelle des einen Auges farbiges, z. B. gelbes, Licht und auf die korrespondierende Stelle des anderen Auges komplementärgefärbtes (blaues) Licht einwirken, so nehmen wir bei geeignetem Versuchsverfahren eine Farbe wahr, die ihrem Farbenton nach entweder mit dem einen oder mit dem anderen der beiden einwirkenden Lichter übereinstimmt (entweder ein gelbliches oder ein bläuliches Grau ist) oder ein ganz farbloses Grau ist.[1] Es entsteht also durch binokulare Mischung zweier komplementärer Farben niemals eine Gesichtsempfindung, deren Farbenton man nicht auch durch unokulare Mischung, d. h. dadurch herstellen könnte, dafs man beide Farben in einem geeigneten Intensitätsverhältnisse mit einander gemischt auf nur ein Auge einwirken läfst. Dieses Verhalten ist keineswegs selbstverständlich. Stellt man sich z. B. auf den Standpunkt der früher (§§ 14 ff.) erörterten Komponententheorie des *W*-Prozesses, nach welcher bei unokularer Mischung gelben und blauen Lichtes der *W*-Prozefs

---

[1] Man vergleiche hierüber Hering in *Hermanns Handb. d. Physiol.* 3. 1. S. 591 ff. und W. H. R. Rivers in den *Proc. of the Cambridge Philos. Society.* Vol. VIII. Pt. V. S. 273 ff. Bei Hering findet man Näheres über die Helligkeit der durch binokulare Mischung entstehenden Empfindung sowie über die Art des geeigneten Versuchsverfahrens und die Umstände, unter denen Wettstreit der Sehfelder oder Glanz eintritt. Wir haben keinen Anlafs, auf diese Punkte hier einzugehen.

durch ein positives Zusammenwirken beider Lichtarten, etwa dadurch entsteht, dafs die durch beide Lichtarten bewirkten Spaltungen gemeinsam zu einem chemischen Verbindungsvorgange, welcher der *W*-Prozefs sei, führen, so ist nicht einzusehen, weshalb man durch binokulare Mischung jener beiden Farben gleichfalls nur eine gelbliche oder bläuliche oder ganz farblose Empfindung, nicht aber eine gelbblaue Empfindung erhält. Denn bei der binokularen Mischung kommen ja die beiden Lichtarten gar nicht zu einem photochemischen Zusammenwirken der angedeuteten Art. Nach der Komponententheorie wäre also zu erwarten, dafs bei der binokularen Mischung von Gelb und Blau (Rot und Grün) eine ausgeprägte blaugelbe (rotgrüne) Empfindung entstehe.

Ganz anders nach der von uns vertretenen Theorie. Da nach derselben die *E*-Erregung und die *B*-Erregung durch entgegengesetzte Kräfte entstehen und sich demzufolge (dem auf S. 21 ff. Bemerkten gemäfs) nicht neben einander in einem und demselben Nervenorgan fortpflanzen können, so ist nach dieser Theorie zu erwarten, dafs bei binokularer Mischung von Gelb und Blau je nach dem Intensitätsverhältnisse beider Lichter und je nach dem Verhalten der inneren Faktoren entweder eine bläuliche oder eine gelbliche oder eine ganz farblose Grauempfindung entstehe. Die Entstehung einer gelbblauen Empfindung hingegen ist völlig ausgeschlossen; denn sie würde voraussetzen, dafs Erregungen, die durch entgegengesetzte Kräfte entstehen und fortgepflanzt werden, sich in einen und denselben Bezirk des Nervensystems hinein neben einander fortpflanzen könnten.

§ 33. Vom zentralen Ursprung der Empfindung des subjektiven Augengrau.

Setzt man den Fall, dafs sich die Netzhaut in völlig neutraler Stimmung befinde und die nervöse Sehbahn gleichfalls keinerlei (mechanischer, elektrischer oder chemischer) Reizung ausgesetzt sei, so besteht nach unseren früheren Ausführungen (§ 6, S. 37 und § 20, S. 344 f.) dennoch innerhalb der zentralen Sehsubstanz eine Erregung, und zwar eine solche, welche im wesentlichen aus *W*- und *S*-Erregung zusammengesetzt ist. Ist die Stimmung der Netzhaut nicht neutral, sondern die

Intensitätsdifferenz $I_w - I_s$, die zwischen dem *W*-Prozesse und dem *S*-Prozesse besteht, von einem endlichen positiven oder negativen Werte, so wird die *W*-Erregung erhöht und die *S*-Erregung verringert bezw. die erstere Erregung herabgesetzt und die letztere verstärkt. Denn da die *W*- und *S*-Erregung, wie früher gesehen, auf entgegengesetzten Krafteinwirkungen beruhen, so muſs ein auf die zentrale Sehsubstanz einwirkender Vorgang (Übertragungsreiz), welcher im Sinne einer Erhöhung der ersteren Erregung wirkt, zugleich im Sinne einer Schwächung der letzteren wirken, und umgekehrt.

Natürlich beruht die endogene Erregung der Sehsubstanz auf der Wärmebewegung. Denn die letztere ist der einzige Kraftfaktor, welcher Vorgänge, deren Hervorrufung Krafteinwirkungen entgegengesetzter Art erfordert, gleichzeitig und nebeneinander hervorzurufen vermag. Infolge der Wärmebewegung finden in jedem materiellen System, das sich im sog. chemischen Gleichgewicht befindet, thatsächlich fortwährend entgegengesetzte chemische Umsetzungen mit gleicher Lebhaftigkeit statt, und man kann unter Umständen sogar berechnen, mit welcher Stärke die einander entgegengesetzten Umsetzungen in einem gegebenen, im chemischen Gleichgewichtszustande befindlichen System vor sich gehen (Nernst, a. a. O. S. 458f). Ebenso wie entgegengesetzte chemische Reaktionen vermag die Wärmebewegung natürlich auch noch anderweite entgegengesetzte Vorgänge an, in oder zwischen den einzelnen Molekülen eines materiellen Systems gleichzeitig und nebeneinander hervorzurufen. Es würde demnach völlig verfehlt sein, wenn man uns einwenden wollte, daſs es ein Widerspruch sei, wenn wir eine aus *W*- und *S*-Erregung bestehende endogene Erregung der Sehsubstanz annähmen und doch zugleich die Behauptung aufstellten, daſs die *W*- und die *S*-Erregung auf entgegengesetzten Krafteinwirkungen beruhten, und daſs ein und derselbe von der Netzhaut ausgehende Antrieb niemals im Sinne einer Steigerung beider Erregungen zugleich wirken könne.

Was die Frage anbelangt, wie es komme, daſs im Gebiete des Gesichtssinnes, nicht aber auch in anderen Sinnesgebieten, eine fortwährende endogene Erregung besteht, so haben wir schon früher (§ 27, S. 411f.) erwähnt, welcher besonderen, für die übrigen Sinnesgebiete nicht ebenfalls bestehenden Aufgabe

die endogene Erregung der Sehsubstanz dient. Dieser Aufgabe wegen besteht in der Sehsubstanz eine solche Labilität oder Beweglichkeit derjenigen Verhältnisse, welche für das Eintreten der *W*- und *S*-Erregung maſsgebend sind, daſs diese beiden Erregungen schon beim Ruhestand infolge der Wärmebewegung mit solcher Stärke stattfinden, daſs sie das Bewuſstsein in merkbarem Grade zu bestimmen vermögen. Angenommen, die Nervenerregungen seien chemische Vorgänge, so würde man zu sagen haben, der Sehsubstanz sei des früher erwähnten Zweckes wegen eine solche chemische Zusammensetzung gegeben, daſs in ihr zwei auf entgegengesetzten Krafteinwirkungen beruhende Erregungen bereits beim Ruhezustande erhebliche, für das Bewuſstsein ins Gewicht fallende Werte besitzen.

Der Satz, daſs die Empfindung des subjektiven Augengrau nicht darauf beruhe, daſs auch in der ruhenden Netzhaut infolge der Wärmebewegung fortwährend *W*-Prozesse und *S*-Prozesse stattfinden — denn diese beiden Prozesse können ja dem Früheren gemäſs nur nach Maſsgabe ihres Intensitätsunterschiedes für die zentrale Sehsubstanz merkbar werden —, sondern (soweit nicht zufällige innere Reizungen oder Nachwirkungen äuſserer Reize im Spiele seien) rein zentralen Ursprunges sei, besitzt so groſse Wichtigkeit, daſs es wünschenswert ist, denselben noch direkt durch positive Thatsachen bewiesen zu sehen. Dieser Beweis soll im Nachstehenden gegeben werden.

Es liegt nahe, die Frage, ob die Empfindung des subjektiven Augengrau peripherischen oder zentralen Ursprunges sei, in einfacher Weise durch Erfahrungen an Erblindeten entscheiden zu wollen. Indessen würde der Umstand, daſs ein Individuum, das infolge einer Schädigung des äuſseren Sehorganes sein Sehvermögen verloren hat, allmählich auch die Empfindung des subjektiven Augengrau verloren hat, durchaus nichts gegen die Annahme eines zentralen Ursprunges dieser Empfindung beweisen. Denn es würde nicht fern liegen, solche Fälle dadurch zu erklären, daſs für eine andauernde Funktionsfähigkeit der zentralen Teile des Sehorganes ein Erhaltensein und Fungieren der Retina erforderlich sei.[1] Ein Ausfall der

[1] „Wenn ... den infolge peripherer Ursachen Erblindeten die Empfindung des Dunkeln abhanden kommt, so erklärt sich dies entweder dadurch, daſs das optische Wahrnehmungszentrum in der Länge der Zeit mit in atrophischen Zustand geriet ..., oder daſs keinerlei Erregungen

Empfindung des subjektiven Augengrau in Fällen von Erblindung, wo der Verdacht einer direkten Schädigung der zentralen Teile des Sehorganes nicht völlig ausgeschlossen ist, würde vollends gar nichts besagen. Wenn andererseits Individuen in der Zeit, welche einer Erblindung (z. B. infolge von Augenexstirpation) unmittelbar folgt, noch allerlei subjektive Lichterscheinungen beobachten, wie dies schon JOH. MÜLLER (*Handb. d. Physiol.*, 2, Coblenz 1840, S. 261) hervorgehoben hat, so ist dies auch kein Beweis dafür, daſs die unter normalen Umständen vorhandene Empfindung des subjektiven Augengrau zentralen Ursprunges ist. Denn in solchen Fällen können von der erkrankten Peripherie oder der Operationsstelle noch allerlei innere Reize abnormer Art ausgehen. Die Erfahrungen an Blinden sind also nicht in so einfacher und leichter Weise, wie es von vornherein erscheinen kann, zur Entscheidung der hier in Rede stehenden Frage zu verwenden. Überdies hat man sich, so sehr man sich auch neuerdings mit der Psychologie der Blinden zu beschäftigen scheint, unseres Wissens bisher überhaupt noch gar nicht mit der Frage beschäftigt, inwieweit es Blinde giebt, die auch bei Abwesenheit abnormer innerer Reize zu jeder Zeit dann, wenn sie die Aufmerksamkeit auf ihr Sehorgan richten, noch eine gewisse Gesichtsempfindung, nämlich die Empfindung des subjektiven Augengrau, erhalten Nur eine Mitteilung von J. PLATEAU (*Cosmos Les Mondes*, 1882, S. 129 ff.) ist vielleicht als ein Beitrag zur Beantwortung dieser Frage zu betrachten. Derselbe berichtet von sich selbst, daſs er nach Verlauf von vierzig Jahren seit seiner vollständigen Erblindung (in Folge von Aderhautentzündung) bei auf das Sehorgan gerichteter Aufmerksamkeit stets noch gewisse Gesichtsempfindungen, nämlich die Empfindungen verschiedener (zuweilen etwas rötlicher) Nüancen des Grau, des Hellen oder Dunkeln habe.

Weit reichlicher sind in der uns hier interessierenden Beziehung die vorliegenden Mitteilungen über die nur umschriebenen Defekte des Gesichtsfeldes, die Skotome. Dieselben werden als absolute oder relative bezeichnet, je nachdem

---

entweder von seiten der noch erhaltenen optischen Leitung oder der Rinde selbst, entgegengesetzt dem Falle PLATEAU, auf die optischen Empfindungszellen einwirkten" (H. WILBRAND, *Die Seelenblindheit*, Wiesbaden 1887, S. 82).

es sich um einen gänzlichen Ausfall oder nur um eine Schwächung der Empfindlichkeit für die betreffende Region des Sehfeldes handelt. Man unterscheidet ferner positive und negative Skotome. Im Falle des absoluten positiven Skotoms nimmt der Patient bei Tagesbeleuchtung an der betreffenden Stelle des Sehfeldes fortwährend einen schwarzen Fleck wahr. Im Falle des negativen Skotoms hingegen kommt der Defekt dem Patienten nicht ohne weiteres zum Bewufstsein. Der Defekt läfst sich vielmehr ähnlich wie der blinde Fleck nur durch eine eingehende Untersuchung des Gesichtsfeldes feststellen. Die positiven Skotome finden sich vor allem in solchen Fällen, wo es sich um eine Erkrankung der Retina oder Chorioidea handelt.[1] Sie finden sich aber auch in solchen Fällen, wo der Sehnerv erkrankt ist. So hat Treitel selbst (*Arch. f. Ophthalm.*, 25, 1879, 3, S. 46) ein positives Skotom in einem Falle von Opticusatrophie beobachtet. Ferner finden sich positive Skotome, und zwar zuweilen solche absoluter Art, bei der Tabaksamblyopie, bei welcher der primäre Sitz der Erkrankung sich im Sehnerven befindet (Groenouw, *Arch. f. Opthalm.*, 38, 1, S. 1 ff.). Filehne (*ebenda*, 31, 2, S. 25) stellte, während er an einem Tabaksskotome litt, Versuche über die Gesichtsempfindungen an, welche bei Druck auf den Augapfel entstehen. Hierbei sah er „die Stelle des Skotoms lange Zeit nach Beginn des Druckes am Feuerspiele gänzlich unbeteiligt und im Besitze ihres normalen (in neuerer Zeit gegen die Norm immer ausgesprochen verstärkten) Eigenlichtes verbleibend, während rings herum das prachtvolle Bild sich abspielte. Erst nach längerem Drucke beteiligte sich auch diese Partie“. Dieser (zu der erwähnten Ansicht Treitels gleichfalls nicht stimmende) Versuch zeigt in anschaulicher Weise, wie die Empfindung des subjektiven Augengrau noch ungeschmälert bestehen kann, während die entsprechenden Sehnervenfasern hochgradig in ihrer Erregbarkeit herabgesetzt sind.

Es zeigt sich also, dafs bei Vorhandensein eines positiven Skotoms die Funktion der entsprechenden Teile der Netzhaut

---

[1] Treitel (*Arch. f. Ophthalm.*, 31, 1. S. 259 ff.) ist der Ansicht, „dafs das positive Skotom eine entoptische Erscheinung ist, dafs die Kranken den Schatten ihrer getrübten Netzhaut sehen“. Diese Auffassung passt unzweifelhaft für eine Anzahl von Fällen, aber, wie sich aus dem oben Angeführten ergiebt, keineswegs für alle Fälle.

und sogar des Sehnerven gestört oder ganz aufgehoben sein kann, und dafs nur eine, sei es zentral entstandene, sei es vom Sehnerven her veranlafste Aufhebung der Funktion zerebraler Teile des Sehorgans das positive Skotom ausschliefst und ein negatives Skotom bedingt. Dieser Thatbestand beweist ohne weiteres die Richtigkeit unserer Ansicht vom zentralen Ursprunge des subjektiven Augengrau.

Dem Unterschiede, der zwischen den positiven und negativen Skotomen besteht, ganz analog ist der Unterschied, welcher zwischen dem hemianopischen Schwarzsehen und hemianopischen Nichtsehen besteht. Nach den Ausführungen, welche Dufour[1] über diesen Punkt gegeben hat, ist das (von Dufour selbst in einem Falle beobachtete) hemianopische Schwarzsehen, bei welchem in derjenigen Hälfte des Gesichtsfeldes, für welche das Sehen aufgehoben ist, das subjektive Augengrau wahrgenommen wird, dann vorhanden, wenn die Läsion oder Störung vor der Occipitalrinde befindliche Teile der Sehbahn, z. B. den einen tractus opticus, betroffen hat. Das hemianopische Nichtsehen hingegen, bei welchem in der betreffenden Hälfte des Gesichtsfeldes überhaupt nichts wahrgenommen wird, in der Regel auch der Mangel des halben Gesichtsfeldes von dem (nur im allgemeinen über eine Mangelhaftigkeit seines Sehvermögens klagenden) Patienten gar nicht erkannt wird, ist dann vorhanden, wenn eine Sehsphäre des Grofshirns vorübergehend oder andauernd aufser Funktion gesetzt ist. Wir brauchen nicht weiter auszuführen, wie sehr diese Darlegungen von Dufour mit unserer Behauptung eines zentralen Ursprunges der endogenen Erregung des Sehorganes übereinstimmen.[2]

---

[1] *Revue médicale de la Suisse romande* IX. 1889. Diese Abhandlung war mir unzugänglich und ist mir nur durch das Referat im *Neurol. Centralbl.* 9, 1890, S. 48 bekannt.

[2] Weitere auf das hemianopische Schwarzsehen bezügliche Beobachtungen und Bemerkungen finden sich bei A. Siegrist in *Mitteilungen aus Kliniken und medizinischen Instituten d. Schweiz*, 1. Reihe, Heft 10, 1894, S. 825 ff; Möbius, *Die Migräne*, Wien, 1894, S. 107 f.; A. Pick, in *Berl. klin. Wochenschr.* 1894 S. 1063; L. Mauthner, *Vorträge aus dem Gesamtgebiete der Augenheilk.*, Wiesbaden, 1881, S. 362 u. 509 f. Wie leicht zu begreifen, kommen auch Fälle von Affektion der kortikalen Sehsphäre vor, wo nicht die endogene Erregung der Sehsubstanz berührt wird, sondern nur die Fähigkeit der letzteren, durch die im Sehnerven entstandenen Erregungen beeinflufst zu werden, herabgesetzt oder ganz auf-

Als ein weiterer Beweis für letztere Behauptung ist endlich die Thatsache anzuführen, daſs, wenn das Auge durch Druck auf den Augapfel blind für einwirkendes Licht gemacht wird, dann immer noch die Empfindung des subjektiven Augengrau bestehen bleibt (man vergleiche z. B. A. E. Fick und A. Gürber im *Arch. f. Ophth.* 36, 2, S. 284). Rührte letztere Empfindung von irgendwelchen in der Netzhaut sich abspielenden Prozessen her, so müſste die durch den Druck bewirkte Unerregbarkeit sich auch in einem Ausbleiben oder auffälligen Verändertsein der Empfindung des subjektiven Augengrau äuſsern. —

Wie weit sich die unter normalen Umständen bestehende endogene Erregung des Sehorgans peripheriewärts erstreckt, ob sie sich auch bis in den Sehnerven hinein erstreckt oder nicht, kann hier dahingestellt bleiben. Auf jeden Fall wird, sobald die Differenz $I_s—I_t$ einen von Null verschiedenen Wert annimmt, die am meisten peripheriewärts gelegene derjenigen Schichten, innerhalb deren die endogene Erregung besteht, im Sinne einer Erhöhung oder Erniedrigung der *W*-Erregung und Schwächung bezw. Verstärkung der *S*-Erregung verändert, und diese Schicht giebt dann an die zentralwärts nächstfolgende Schicht einen Übertragungsreiz ab, der die in letzterer bestehende Erregung in gleichem Sinne ändert, diese Schicht wirkt hierauf in gleichem Sinne auf die ihr nächstfolgende Schicht u. s. w.

§ 34. Die Unermüdbarkeit der Nerven.

Wie sich aus dem Früheren ergiebt, schreiben wir ebenso wie den positiven Nachbildern auch den negativen Nachbildern und allen sogenannten Ermüdungserscheinungen des Gesichtssinnes einen im wesentlichen peripherischen Ursprung zu. Die nervösen Teile des Sehorganes sind (innerhalb der hier in Be-

---

gehoben ist. Die Affektion betrifft nicht die innere Thätigkeit der optischen Empfindungsneuronen, sondern etwa nur die Funktion gewisser Kontaktstellen oder gewisser Schaltneuronen. Die Ausführungen von Dufour bedürfen also in dieser Beziehung einer Ergänzung. Daſs endlich Krankheitsherde, welche einen unterhalb der kortikalen Sehsphäre gelegenen Teil der nervösen Sehbahn durchsetzen, ihre Wirkungen mitunter auch bis in die Sehsphäre hinein erstrecken und die endogene Erregung der Sehsubstanz (z. B. durch Bewirkung irgend welcher chemischer Veränderungen) zu Ende bringen können, bedarf nicht erst der Erwähnung.

tracht kommenden Grenzen) unermüdbar. A. Fick äufsert sich in seinem *Kompendium der Physiologie* (4. Aufl. Wien 1891, S. 220) folgendermafsen: „Das verhältnismäfsig ziemlich langsame Entstehen — Anklingen — das noch langsamere Vergehen — Abklingen — der Lichtempfindung, sowie die bedeutende Ermüdbarkeit haben ihren Sitz jedenfalls nur in den eigentümlichen Anhangsapparaten der Sehnerven, in welchen die Bestrahlung chemische Prozesse auslöst. Denn die eigentliche Nervenfaser hat keine Eigenschaften, welche derartige Erscheinungen erklären liefse. Sie ermüdet fast gar nicht, die Erregung entsteht in ihr merklich gleichzeitig mit dem Reize und dauert nur eine kaum mefsbare Zeit nach Aufhören des Reizes.“ Mit dieser Auslassung Ficks stehen die von uns entwickelten Anschauungen in vollem Einklang. Bei der Wichtigkeit indessen, welche die Annahme einer (relativen) Unermüdbarkeit der Nerven für unsere bisherigen und nachfolgenden Ausführungen besitzt, scheint es uns angezeigt, im Nachstehenden die Berechtigung dieser Annahme etwas näher zu erörtern.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen, welche zu dieser Annahme geführt haben, bilden Versuche von Bernstein (*Pflügers Arch.*, 15, 1877, S. 289 ff.), welche zeigten, dafs der Muskel viel schneller ermüdet als der motorische Nerv. Wedensky (*Centralbl. f. d. medic. Wissensch.* 1884, S. 65 ff) konstatierte späterhin, dafs der n. ischiadicus z. B. nach sechsstündiger unaufhörlicher Tetanisierung bei mäfsiger Reizstärke noch keine Erschöpfung seiner Erregbarkeit entdecken läfst. Waller (*Brain*, Vol. XIV, 1891, S. 181 ff.) zeigte kurze Zeit darauf, dafs der gereizte motorische Nerv, nachdem er aufgehört hat, auf den Muskel zu wirken, noch lange Zeit seine Erregbarkeit bewahrt. A. Maschek (*Wien. Ber.* 95, 1887, 3. Abt., S. 109 ff.) fand, dafs bei Kaltfröschen eine auf 12—14 Stunden ausgedehnte Reizung eines Nerven keine nachweisbare Ermüdung der gereizten Stelle bewirkt. Hierbei war es gleichgültig, ob die benutzten Induktionsströme den Nerven in konstanter oder wechselnder Richtung durchflossen. Bowditch (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1890, S. 505 ff.) beseitigte „den letzten Zweifel an der Befähigung des Säugetiernerven, ohne Ermüdung kräftige und andauernde Reizung überstehen zu können.“ Szana (*ebenda.* 1891, S. 315 ff.) erwies die Unermüdbarkeit für die

herzhemmenden Fasern des n. vagus. EDES (*Journ. of Physiol.*, 13, 1896, S. 431 ff.) fand, daſs der Aktionsstrom des motorischen Nerven durch eine fünfstündige Reizung keine Verringerung erfährt. LAMBERT (*Contribution à l'étude de la résistance des nerfs à la fatigue*, Thèse, Nancy, 1894) endlich erbrachte für Nerven sekretorischer Art (chorda tympani des Hundes) den Nachweis, daſs sie ungemein lange Zeit erregt werden können, ohne ihre Erregbarkeit einzubüſsen. LAMBERT hebt am Schlusse seiner Abhandlung mit Recht hervor, daſs alle unsere künstlichen Reize den Nerven mehr oder weniger schädigen, und daſs der letztere seinem natürlichen Reize gegenüber vermutlich eine noch gröſsere Ausdauer besitze, als er den bei diesen Untersuchungen benutzten künstlichen Reizen gegenüber bekundet habe.

Nach den Resultaten aller dieser Untersuchungen[1] erscheint es nicht ungerechtfertigt, auch der nervösen Sehbahn die Unermüdbarkeit zuzuschreiben. Allein man wird uns einwenden, daſs die Unermüdbarkeit bisher nur von den Längsfasern der Nervenbündel erwiesen sei, nicht aber auch von den an die Sinnesnerven sich anschlieſsenden zentralen Teilen, um die es sich hier vor allem mit handle. Diese zentralen Teile und ebenso auch die nervösen Schichten der Netzhaut selbst enthielten auſser den Nervenfasern (Nervenzellenausläufern) auch noch Nervenzellen; und es sei fraglich, ob auch diese an der Unermüdbarkeit teilnähmen. Diesem Einwande gegenüber ist Folgendes zu bemerken.

Nach den modernen Anschauungen ist das Neuron ein einheitliches Ganzes, dessen Ernährung von der Nervenzelle, vielleicht von dem Kerne derselben, geleitet wird.[2] Den Axenzylinderfortsatz müssen wir nach den obigen Resultaten für unermüdbar erklären. Wenn wir nun annehmen, der Nervenprozeſs sei nicht ein Vorgang, der ohne merkbaren Stoffverbrauch stattfindet — fände er ohne einen solchen statt, so könnte schon von vornherein von einer Ermüdung der Nervenzellen durch denselben keine Rede sein —, sondern vielmehr ein Vorgang, mit welchem ein erheblicher Stoffverbrauch ver-

[1] Vermissen läſst sich nur noch die (schon von MASCHEK, a. a. O. S. 126, als wünschenswert bezeichnete) Untersuchung darüber, ob auch die marklosen Nervenfasern unermüdbar sind.

[2] Man vergleiche z. B. VON LENHOSSÉK, *Der feinere Bau des Nervenystems im Lichte neuester Forschungen*. 2. Aufl., Berlin, 1895, S. 112 ff.

bunden ist, so haben wir die Unermüdbarkeit der Axenzylinderfortsätze darauf zurückzuführen, dafs der bei der Erregung derselben stattfindende Stoffverbrauch durch die von der Nervenzelle geleitete Ernährung fortwährend wieder ausgeglichen wird. Sollen wir nun annehmen, dafs der durch den Nervenprozefs bewirkte Stoffverbrauch gerade in dem Zentrum der Ernährung des ganzen Neuron, in der Nervenzelle, langsamer und unzulänglicher durch die Ernährung ausgeglichen werde, als in den übrigen Teilen des Neuron? Kurz, uns will bedünken, dafs die modernen Anschauungen von dem einheitlichen, in der Nervenzelle sein Ernährungszentrum besitzenden Neuron mit der Annahme, dafs die Nervenzellen leichter ermüdbar seien als die Nervenfasern, völlig unverträglich sind.

Eine noch wesentlichere Stütze der Ansicht, dafs die sogenannten Ermüdungserscheinungen des Sehorganes nicht auf eine Ermüdung nervöser Teile, sondern auf Vorgänge in der lichtempfindlichen Netzhautschicht zu beziehen seien, gewinnen wir, wenn wir das Verhalten des Gesichtssinnes bei anhaltender Reizung mit dem entsprechenden Verhalten des Hörsinnes vergleichen. Wie STUMPF gelegentlich hervorhebt, können wir einen Ton eine halbe Stunde lang hören, ohne dafs er uns schwächer erscheint als zu Anfang. Die Ermüdbarkeit des Hörsinnes ist so gering,[1] dafs man völlig berechtigt ist, zu zweifeln, ob überhaupt die nervöse Hörsubstanz auch nur die geringste Ermüdung erfahre, und ob nicht vielmehr alles dasjenige, was man als eine Ermüdungserscheinung im Gebiete des Hörsinnes bezeichnet hat, nur auf Veränderungen des peripherischen Sinnesapparates und der Verhaltungsweise der bei

---

[1] Man vergleiche hierzu STUMPF, *Tonpsychologie*, 1, S. 18, 360 ff. STUMPF meint, dafs eine Ermüdung des Hörsinnes durch sehr intensive Geräusche aus der von MACH festgestellten Thatsache folge, dafs ein schwaches Geräusch, das schnell auf ein sehr starkes folgt, unter gewöhnlichen Umständen nicht wahrgenommen wird, wohl aber zur Wahrnehmung kommt, wenn man sich die beiden Gehörgänge während der Einwirkung des sehr starken Geräusches zuhält und dann schnell öffnet. Dieses Verhalten erklärt sich indessen ohne weiteres durch die Annahme, dafs der zum Schutze des Ohres gegen starke Töne fungierende Trommelfellspanner bei Erzeugung des sehr starken Geräusches in einen (nicht sofort wieder rückgängig werdenden) Kontraktionszustand gerate, wenn dieses Geräusch bei offenen Gehörgängen einwirke, hingegen sich nicht kontrahiere, wenn es bei verschlossenen Gehörgängen eintrete.

den Gehörsempfindungen beteiligten motorischen Organe beruhe. Etwas den negativen Nachbildern Ähnliches wird überhaupt nicht im Gebiete des Hörsinnes beobachtet. Wendet man uns also trotz des Obigen ein, daſs die Unermüdbarkeit nur für die Nervenfasern erwiesen sei und nicht für die Nervenzellen, so fragen wir, ob sich nicht ebenso wie in der Sehbahn auch in der Hörbahn Nervenzellen vorfinden, und ob es nicht das Richtige sei, anzunehmen, daſs die Sehbahn nicht mehr ermüdbar sei als die Hörbahn, und daſs der groſse Unterschied, der hinsichtlich der Ermüdbarkeit zwischen dem Sehorgane und dem Hörorgane besteht, eben darauf beruhe, daſs die peripheren Endapparate des ersteren als Stätten chemischer Vorgänge durch einwirkende Reize viel leichter in ihrer Erregbarkeit verändert werden, als die zur Aufnahme mechanischer Einwirkungen bestimmten Endapparate des Hörsinnes. Andere Sinnesgebiete, z. B. dasjenige des Geschmacksinnes, zeigen wiederum eine gröſsere Ermüdbarkeit als der Hörsinn. Es läſst sich aber leicht zeigen, daſs diese anderen Sinnesgebiete gerade solche sind, für welche sich ohne weiteres begreifen läſst, daſs eine andauernde, starke Reizung die Empfindlichkeit der peripheren Endapparate schnell herabsetzt.

Neben der geringen Ermüdbarkeit, welche sich im Gebiete des Hörsinnes findet, spricht endlich auch noch die lange Andauer mancher Schmerzempfindungen mit ungeschwächter Intensität[1] sowie das Vorkommen lange Zeit andauernder, sogenannter stabiler Halluzinationen (z. B. des kontinuierlichen Halluzinationsbildes eines feurigen Abgrundes) mit Nachdruck für die Annahme, daſs die zentralen Teile des Nervensystems an der Unermüdbarkeit teilnehmen.

Vielleicht wird man uns die Frage entgegenhalten, woher denn überhaupt noch die von Mosso in so überzeugender Weise nachgewiesene Willensermüdung und die uns Allen nur allzubekannte Erschlaffung des Denkens und der Aufmerksamkeit herrühre, wenn auch die Nervenzellen unermüdbar seien. Bei dieser Frage würde man zweierlei übersehen haben, nämlich erstens den Umstand, daſs, wenn auch ein Neuron als einzelnes

---

[1] Langendorff (*Centralbl. f. d. medic. Wiss.*, 1891, S. 146) hat beiläufig darauf aufmerksam gemacht, daſs das stundenlange Andauern mancher Schmerzen (z. B. Zahnschmerzen) mit unverminderter Stärke für die Unermüdbarkeit der sensiblen Nerven spreche.

Ganzes von uns als unermüdbar betrachtet werden kann, dennoch sehr wohl eine Ermüdbarkeit im Nervensystem bestehen kann, nämlich eine solche, welche die Leichtigkeit betrifft, mit welcher die Erregung von einer Bahn auf eine andere, von einem Neuron auf ein anderes übergeht. Nicht die Neuronen an sich, sondern die sogenannten Kontaktstellen zwischen ihnen, sind diejenigen Teile, an denen sich eine Ermüdungswirkung zeigen kann. Zweitens würde man bei der obigen Frage übersehen haben, daſs mancherlei, was man kurzweg auf Ermüdung zu beziehen pflegt, mindestens zum Teil auf Hemmung zurückzuführen ist, d. h. darauf, daſs die Erregung eines nervösen Organes durch den Einfluſs anderer Teile des Nervensystems entweder schon bei ihrem Entstehen oder erst bei ihrer Fortpflanzung auf der ihr zukommenden normalen Bahn eine Schwächung erfährt oder überhaupt ganz an ihrer Entstehung oder Fortpflanzung auf der normalen Bahn verhindert wird. So scheint z. B. schon der von Frenkel (*Neurol. Centralbl.* 12, 1893, S. 434 ff.) beobachtete Fall, in welchem Verlust der Ermüdungsempfindungen mit einer bedeutenden Steigerung der motorischen Leistungsfähigkeit verbunden war, darauf hinzuweisen, daſs die sogenannte Willensermüdung zu einem Teile darauf beruht, daſs die durch die peripherischen Ermüdungseffekte bewirkten sensorischen Erregungen einen hemmenden Einfluſs auf gewisse, bei der betreffenden Leistung mit beteiligte, motorische Nervenorgane ausüben.[1]

Sehen wir uns von dem soeben angedeuteten Standpunkte aus zunächst die Thatsachen der sogenannten Willensermüdung etwas näher an! Stellt man über letztere Versuche in der von Mosso angegebenen Weise an, so lange, bis schlieſslich eine merkbare Hebung des Gewichtes durch den Willen nicht mehr möglich ist, so hat man das Bewuſstsein, den Willen bei allen Hebungen in annähernd gleicher Weise anzustrengen. Nicht die Stärke des Willensimpulses scheint uns

---

[1] Auch Sommer (*Zeitschr. f. Psychiatrie*, 50, 1894, S. 255) läſst bei der Katalepsie neben der Konzentration des Bewuſstseins auf die Innervation der Muskulatur eine Ausschaltung des Ermüdungsgefühles beteiligt sein. Und neuerdings sind auch Hoch und Kräpelin (*Kräpelins Psychol. Arbeiten*, 1, S. 476 ff.) zu dem Resultate gekommen, daſs die Thatsachen der sogenannten Willensermüdung „die Folge einer Reflexhemmung durch die bei der Muskelarbeit gebildeten Zerfallsstoffe" seien.

im Verlaufe der Hebungsreihe abzunehmen, sondern nur seine Wirkung. „Das heifst, wer den Versuch macht", sagt Mosso selbst (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1890, S. 116), „hat das Bewufstsein, stets mit der gleichen Kraft zu ziehen, und zwar trotzdem. dafs es dabei Momente giebt, in welchen es nicht gelingt, das Gewicht zu bewegen, und wieder andere, in welchen man es hebt."[1] Deutet dieses Verhalten darauf hin, dafs die unseren Willensimpulsen zu Grunde liegenden zentralen Nervenprozesse bei der Ermüdung schwächer und schwächer werden? Weist uns die anscheinende Konstanz der Willensimpulse und die trotz derselben stattfindende Abnahme der Arbeitsleistung nicht vielmehr auf die Annahme hin, dafs die letztere Abnahme, soweit sie nicht auf einer Ermüdung des Muskels und einer Verringerung der Einwirkungsfähigkeit beruht, welche die motorische Endplatte dem Muskel gegenüber besitzt, darin ihren Grund habe, dafs der Widerstand, den die den Willensimpulsen entsprechenden motorischen Erregungen bei ihrer zentrifugalen Weiterverbreitung an bestimmten Stellen (z. B. den Vorderhörnern des Rückenmarkes) zu überwinden haben, im Verlaufe der Hebungsreihe immer stärker und stärker und zuletzt ganz unüberwindbar wird?[2] Steht es zu dieser Annahme nicht im besten Einklange, dafs, wie der Augenschein bei jeder hinlänglich lange fortgesetzten Hebungsreihe zeigt und auch Mosso selbst (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1890, S. 118) hervorgehoben hat, die Willensbemühungen, das Gewicht zu heben, bei fortschreitender Ermüdung von immer lebhafteren und ausgedehnteren Mitbewegungen begleitet werden? Diese bei zunehmender Ermüdung eintretenden und sich immer weiter steigernden Mitbewegungen lassen doch auf nichts weniger schliefsen, als darauf,

---

[1] Im gleichen Sinne äufsert sich Mosso in seiner Schrift über die Ermüdung (Leipzig, 1892) S. 99, sowie Lombard im *Journ. of Physiol.*, 13, 1892, S. 7.

[2] Diese Zunahme des Fortpflanzungs- oder Übergangswiderstandes kann auf verschiedenem Wege zu stande kommen: erstens durch eine den physiologischen Kontakt gewisser Neuronen irgendwie schädigende Ermüdungswirkung (z. B. Ansammlung von Ermüdungsprodukten), zweitens durch eine reflektorische Hemmung, welche von denjenigen sensorischen Nervenfasern ausgeht, deren Erregungszustand auf irgendwelchem Wege von der Thätigkeit und dem Ermüdungsgrade der betreffenden Muskeln beeinflufst wird, und drittens auf beiderlei Weise zugleich. Man vergleiche zu dem Obigen auch Lombard, a. a. O. S. 53 ff.

dafs die den Willensimpulsen entsprechenden zentralen Erregungen im Verlaufe der Hebungsreihe immer schwächer und schwächer werden, sondern erklären sich in einfachster Weise, wenn man annimmt, dafs diese Erregungen bei eingetretener Ermüdung noch in ungefähr gleicher (oder gelegentlich sogar in noch höherer) Intensität erzeugt werden, wie bei Beginn der Hebungsreihe, dafs sich ihnen aber auf ihrer Bahn zu den bei der beabsichtigten Hebung zu erregenden motorischen Nervenfasern ein durch den Einflufs der Ermüdung immer mehr gesteigerter Widerstand entgegenstellt, infolge dessen sie sich in anderen motorischen Bahnen weiter verbreiten und diese oder jene Mitbewegungen hervorrufen.

Eine an der Peripherie gelegene Stelle des kortiko-muskulären Leitungssystems, an welcher bei zunehmender Ermüdung der Übergangswiderstand anwächst, stellt die motorische Endplatte dar. Der Zusammenhang, der zwischen motorischer Nervenfaser und erregbarer Substanz der Muskelfaser besteht, ist ja in histologischer Hinsicht dem Zusammenhange ganz ähnlich, der zwischen einem Neuron und einem anderen Neuron besteht, an welches das Fibrillenbäumchen des ersteren herantritt. Waller hat bekanntlich zuerst festgestellt, dafs in einem Ermüdungsstadium, wo der motorische Nerv noch sehr wohl erregbar ist und auch der Muskel bei direkter Tetanisierung sich noch als erregbar bekundet, dennoch die Tetanisierung des Nerven nicht mehr auf den Muskel zu wirken vermag, und er hat dieses Verhalten mit Recht darauf bezogen, dafs durch die Ermüdung eine Undurchlässigkeit der motorischen Endplatte für die Erregung bewirkt werde. Auch Abelous (*Arch. de Physiol.* 5. 1893. S. 437 ff.) ist neuerdings auf Grund experimenteller Untersuchungen zu dem Resultate gekommen, dafs bei der Ermüdung eine Beeinträchtigung der Funktion der motorischen Nervenendorgane eintrete, indem durch die bei der Muskelthätigkeit gebildeten Ermüdungsgifte gewissermafsen eine Art Autokurarisation bewirkt werde. Noch neuere bestätigende Versuche über diesen Punkt liegen von Santesson (*Skand. Arch. f. Physiol.* 5. 1895. S. 395 ff.) vor.

Man hat einen Beweis für die Ermüdbarkeit der Nervenzellen auch in der Ermüdbarkeit der Reflexe, d. h. in der Thatsache erblickt,[1] dafs die Reflexbewegung, die einem

[1] Man vergleiche z. B. Ch. Richet, *Physiologie des muscles et des nerfs.* Paris 1882. S. 722 ff.

bestimmten Reize entspricht, bei fortgesetzter Wiederholung des letzteren immer schwächer und schwächer wird und zuletzt ganz ausbleibt. Diese Thatsache erklärt sich indessen ohne weiteres durch die Annahme, dafs bei fortgesetzter Wiederholung des Reizes der Übergangswiderstand für die von dem Reize hervorgerufene Erregung an einer oder mehreren Stellen der Reflexbahn immer gröfser und gröfser wird.

Werfen wir nun noch einen kurzen Blick darauf, wie es mit der geistigen Ermüdung steht. Die geistige Ermüdung äufsert sich im wesentlichen in dreifacher Weise. Erstens fallen die Assoziationen, welche bei ermüdetem Zustande durch eine gegebene Anzahl von Wiederholungen einer Vorstellungsfolge gestiftet werden, schwächer aus, als die Assoziationen, welche bei frischem Zustande durch eine gleiche Anzahl von Wiederholungen einer gleichartigen Vorstellungsfolge bewirkt werden. Zweitens führen früher gestiftete Vorstellungsassoziationen bei eingetretener Ermüdung seltener zu den entsprechenden Reproduktionen, als es unter sonst gleichen Umständen der Fall ist. Endlich drittens wird durch die Ermüdung die Zeit verlängert, welche zwischen einer Vorstellung und der Reproduktion einer anderen, mit dieser Vorstellung assoziierten Vorstellung durchschnittlich verfliefst. Aus diesen durch Versuche leicht nachweisbaren drei Ermüdungswirkungen[1] lassen sich die komplizierteren Erscheinungen der geistigen Ermüdung unschwer ableiten, läfst sich z. B. leicht die Thatsache erklären, dafs bei eingetretener

---

[1] Als eine, wenigstens für gewisse Individuen bestehende, vierte Ermüdungswirkung mag hier noch die folgende angeführt werden. Es giebt Individuen, bei denen Vorstellungen, welche in der letzten Zeit öfter dagewesen sind oder die Aufmerksamkeit stark gefesselt haben, eine hohe Tendenz besitzen, frei ins Bewufstsein zu steigen, und sich dem Bewufstsein häufig ganz von selbst wieder aufdrängen. Diese Tendenz zum freien Steigen, welche Vorstellungen der angedeuteten Art anhaftet, wird nun durch die geistige Ermüdung noch erheblich gesteigert, und zwar selbstverständlich mit der Wirkung, dafs die Gedanken eine gewisse Monotonie annehmen und fast dieselben Bahnen zu oft wiederholten Malen durchlaufen. Nach neuerdings veröffentlichten Versuchsresultaten von Aschaffenburg (*Kräpelins Psychol. Arbeiten.* 1. S. 278) scheint die hier erwähnte Ermüdungswirkung auch bei solchen Individuen vorzukommen, bei denen unter normalen Umständen eine stärkere Tendenz dagewesener Vorstellungen zum freien Steigen nicht hervortritt. Man vergleiche hierzu auch von Sölder im *Neurol. Centralbl.* 14. 1895. S. 958, sowie A. Pick im *Arch. f. Psychiatr.* 23. 1891. S. 896 ff.

Ermüdung unsere Apperzeption gegebener Eindrücke weniger schnell und reichhaltig ausfällt, dafs komplizierte Vorstellungsbilder bei ermüdetem Zustande weniger vollständig und deutlich ausfallen als bei voller Frische, u. dergl. m. Wir brauchen nicht weiter auszuführen, dafs die hier angedeuteten Erscheinungen geistiger Ermüdung nicht darauf hinweisen, dafs bei eingetretener Ermüdung die an der Vorstellungs- und Denkthätigkeit beteiligten „Nervenzentren“ aus Mangel an erregbarem Material die ihnen zu Teil werdenden Reizungen nur noch schwach zu beantworten vermögen, sondern vielmehr darauf, dafs bei eingetretener Ermüdung die Leichtigkeit geschmälert ist, mit welcher die Nervenerregungen auf gewisse andere Bahnen übergehen. Nicht in einer Herabsetzung der Intensität der Erregungen, welche die betreffenden Nervenorgane zu entwickeln vermögen, äufsert sich die geistige Ermüdung, sondern darin, dafs die Promptheit und Vollständigkeit leidet, mit welcher sozusagen die Koordination derjenigen Neuronen fungiert, die bei den betreffenden Geistesthätigkeiten zusammenwirken müssen.

Ganz Entsprechendes gilt endlich von der sogenannten Abstumpfung der sinnlichen Aufmerksamkeit. Das Geklapper der Mühlräder kommt dem Müller gewöhnlich gar nicht mehr zum Bewufstsein; achtet er aber einmal darauf, so vernimmt er es mit derselben Stärke wie früher. Sind derartige Erscheinungen sogenannter Abstumpfung der sinnlichen Aufmerksamkeit auf Erschöpfung zentraler Nerventeile oder nicht vielmehr auf Veränderungen gewisser (durch die willkürliche sinnliche Aufmerksamkeit modifizierbarer) zentraler Übergangswiderstände zu beziehen? Mach (*Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen*. S. 58) teilt gelegentlich folgenden Versuch mit: „Klemmt man eine Taste des Harmoniums fest und beobachtet den konstanten Ton durch etwa eine halbe Stunde, so kann man zwar keine allmähliche Abschwächung des Klanges wahrnehmen, aber ein Oberton nach dem anderen tritt jetzt in voller Deutlichkeit hervor.“ Dieser Versuch scheint uns nichts weniger als eine eingetretene „Erschöpfung“ irgendwelcher Nerventeile zu beweisen, sondern vielmehr ein schönes Beispiel dafür darzustellen, dafs die Übergangswiderstände und die Koordinationen der Neuronen dasjenige im Nervensystem sind, was durch eine andauernde Erregung affiziert werden kann.

Es ist nicht zu übersehen, daſs sich selbstverständlich nicht blos der Betrag des Übergangswiderstandes, der bei unermüdetem Zustande von der Erregung an der Übergangsstelle zwischen zwei Neuronen zu überwinden ist, sondern auch der Grad und die Art der Beeinflussung, welche der Übergangswiderstand durch eine andauernde oder oft wiederholte Inanspruchnahme der Übergangsstelle erfährt, darnach bestimmt, was für die betreffenden Wesen im Kampfe ums Dasein das Zweckmäſsigste ist. Es ist zweckmäſsig, daſs die Muskeln nach starker Inanspruchnahme durch den Willen oder sonstige von den Zentralorganen ausgehende Impulse vor weiteren Erregungen durch derartige Ursachen geschützt werden. Denn anderenfalls würden gelegentlich nicht blos die Kraftvorräte der beteiligten Muskeln völlig verbraucht werden, sondern es würde auch das Blut hinsichtlich seines Gehaltes an Kraftvorräten stark erschöpft und der gesamte Organismus mit Ermüdungsprodukten, die hemmend auf die verschiedenen Funktionen einwirken, überschwemmt werden. Um diesen schädlichen Wirkungen einer zu starken Inanspruchnahme der Muskeln durch zentrale Erregungsvorgänge einigermaſsen vorzubeugen, treten bei Ermüdung von Muskeln nicht blos die Ermüdungsempfindungen mit ihrem einer weiteren Ausführung der betreffenden Bewegungen ungünstigen Einflusse auf, sondern in den Zentralorganen und an den motorischen Nervenendigungen wachsen zugleich auch allmählich Übergangswiderstände heran, welche die betreffenden Muskeln immer mehr vor neuen Erregungsimpulsen schützen.[1] Da ferner, wie vor allem die Versuche Mossos gezeigt haben, auch bei der Denkthätigkeit Ermüdungsgifte entstehen, welche auf die Funktion von Organen, in welche sie gelangen, hemmend einwirken, so ist es zweckmäſsig, daſs auch bei andauerndem angestrengten Denken sich Übergangswiderstände heranbilden, welche die Leichtigkeit und Schnelligkeit der Vorstellungsreproduktion herabsetzen. Faſst man endlich die Bahnen der Sinnesnervenerregungen ins Auge, so zeigt sich leicht, daſs da andere Einrichtungen zweckmäſsig sind, als in den motorischen

[1] Auch die hemmende Wirkung, welche nach Mossos Versuchen die bei der Anstrengung bestimmter Muskeln entstandenen Ermüdungsgifte auf die Thätigkeit anderweiter Muskeln ausüben, dient in leicht ersichtlicher Weise dazu, einer weiteren Überschwemmung des Organismus mit Ermüdungsgiften entgegen zu wirken.

Bahnen. Es ist zweckmäſsig, daſs ein Sinneseindruck, sobald er apperzipiert ist und eventuell die erforderlichen Maſsregeln veranlaſst hat, sofort von der Bühne des Bewuſstseins verschwinde und anderen Wahrnehmungen Platz mache, allerdings mit der Möglichkeit, sowohl sich gelegentlich dem Bewuſstsein wieder von selbst aufzudrängen, als auch durch die willkürliche sinnliche Aufmerksamkeit hinsichtlich seines Daseins und seiner Beschaffenheit jeder Zeit der Kontrolle des Bewuſstseins unterworfen werden zu können. Es ist aber nicht zweckmäſsig, daſs bei längerer Andauer oder öfterer Wiederholung eines Sinnesreizes sich Vorgänge in der sensorischen Nervenbahn entwickeln, welche die Sinnesnervenerregung, wenn sie das Bewuſstsein bestimmt, nur noch in abgeschwächtem Grade auf letzteres einwirken lassen und sozusagen eine Abschwächung des Sinnesreizes vortäuschen. Wohl aber ist es zweckmäſsig, daſs ein andauernder oder oft wiederholter Sinnesreiz, der alle Maſsregeln, zu deren Ergreifung er Anlaſs geben kann, schon längst hervorgerufen hat, allmählich immer mehr an Kraft verliere, bis zu einer Beeinflussung des Bewuſstseins vorzudringen. Es ist z. B. nicht zweckmäſsig, daſs das Geklapper der Mühlräder dem Müller, soweit es demselben noch zum Bewuſstsein kommt, im Laufe der Zeit immer schwächer und schwächer erscheine, sondern nur zweckmäſsig, daſs es immer weniger die Kraft besitze, die anderweiten Sinneswahrnehmungen und die Gedanken des Müllers zu stören. Man würde also wohl ein nur sehr wenig eindringendes biologisches Denken verraten, wenn man sagen würde, in den sensorischen Nervenbahnen müsse eine andauernde oder oft wiederholte Erregung gleiche Wirkungen haben wie in den motorischen Bahnen. Die letzteren Bahnen führen zu Organen, an deren andauernder oder oft wiederholter Erregung wir häufig ein Interesse haben, deren zu starke Inanspruchnahme jedoch dem Organismus nachteilig ist. Hier ist also bei starker Inanspruchnahme der Muskeln eine allmähliche Entwickelung von Übergangswiderständen angebracht. Was dagegen das sensorische Gebiet anbelangt, so ist zunächst nicht bekannt, daſs das längere Vorhandensein von Empfindungen an und für sich, d. h. soweit dasselbe nicht zu schwierigen Apperzeptionen und Denkoperationen oder zu Gemütszuständen führt, ähnlich wie eine andauernde starke Muskelthätigkeit, von nachteiligen Wirkungen für den Organismus

begleitet sei. Zweitens ist überdies der Mechanismus der sinnlichen Aufmerksamkeit, um uns kurz so auszudrücken, zweckmäfsigerweise so eingerichtet, dafs eine und dieselbe sensorische Erregung das Bewufstsein überhaupt immer nur sehr kurze Zeit hindurch ununterbrochen zu beeinflussen vermag. Was hätte es also für einen Zweck, wenn eine und dieselbe Erregung eines Sinnesnerven bei ununterbrochener Andauer oder öfterer Wiederholung infolge herangewachsener Übergangswiderstände mit immer schwächerer Intensität zur Einwirkung auf das Bewufstsein käme? Ein solches Verhalten würde höchstens dazu dienen, uns zu Irrtümern hinsichtlich der äufseren Reizvorgänge zu verleiten. Zweckmäfsig erscheint allein eine solche Einrichtung, bei welcher eine andauernde oder oft wiederholte Sinnesreizung den Mechanismus der sinnlichen Aufmerksamkeit in der Weise bestimmt, dafs sie immer mehr an Kraft verliert, die sinnliche Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen.

Wir halten also im Hinblick auf die früher angeführten Thatsachen und die im Vorstehenden angedeuteten Erwägungen an dem Satze fest, dafs die sensorischen Nervenbahnen unermüdbar seien, d. h., dafs eine und dieselbe auf eine sensorische Nervenbahn ausgeübte Reizung (z. B. eine und dieselbe von der lichtempfindlichen Netzhautschicht auf die nervöse Sehbahn ausgeübte Reizung) immer dieselbe Empfindung zur Folge habe, soweit die durch dieselbe erweckte sensorische Nervenerregung überhaupt zur Einwirkung auf das Bewufstsein kommt. Die Erscheinungen der sogenannten Willensermüdung, der Erlahmung des Denkens u. dergl. m. vermögen uns in dieser Hinsicht in keiner Weise zu beirren. Vielleicht wird man die Frage aufwerfen, wie es möglich sei, dafs eine andauernde oder oft hintereinander wiederholte Erregung zwar in den motorischen, nicht aber auch in den sensorischen Nervenbahnen ein Entstehen von Übergangswiderständen (oder Anwachsen bereits vorhandener Widerstände) bewirke. Auf diese Frage würde, abgesehen von anderem, zu erwidern sein, dafs, wie z. B. das Kurare die Funktion der motorischen, nicht aber auch der sensorischen Nervenendigungen beeinträchtigt und ähnliche Sonderwirkungen von zahlreichen anderen Giften bekannt sind, es auch nicht im mindesten zu verwundern ist, wenn die Ermüdungsgifte zweckmäfsigerweise zwar die motorischen, nicht

aber auch die sensorischen Nervenbahnen durch Bewirkung von Übergangswiderständen affizieren.

Wie sich aus Vorstehendem hinlänglich ergiebt, ist für uns die Unermüdbarkeit der Nerven keineswegs mit der Annahme verknüpft, dafs die Thätigkeit der Nerven ohne chemischen Stoffverbrauch vor sich gehe, wenn auch der chemische Umsatz in diesen blofsen Leitungs- und Regulierungsorganen im Vergleich zu demjenigen Stoffverbrauche, der in den Arbeit leistenden Organen, z. B. den Muskeln, stattfindet, nur gering sein dürfte. Nur lassen wir der reservierten Stellung gemäfs, die wir in Beziehung auf die Frage nach dem Wesen der Nervenprozesse einnehmen, ganz dahingestellt, ob der in den Neuronen stattfindende Stoffumsatz daraus entspringe, dafs die Nervenprozesse selbst chemischer Natur seien, oder vielmehr nur darauf beruhe, dafs die komplizierte Struktur der Nervensubstanz nur durch einen fortwährenden Stoffwechsel erhalten werden kann, einen Stoffwechsel, welcher bei Stattfinden der eigentlichen Nervenprozesse sozusagen durch eine Art von Nebenwirkung oder Abnutzungswirkung noch eine Steigerung erfahre. Auf jeden Fall ist für die Aufrechterhaltung der Unermüdbarkeit der Nerven erforderlich, dafs die in denselben stattfindenden chemischen Umwandlungen möglichst schnell durch die Ernährung wieder ausgeglichen werden. Behufs dieser Ausgleichung sind diejenigen (grauen) Partieen der Zentralorgane, wo sich starke Anhäufungen von Ganglienzellen befinden, der ernährenden Wirkung des Blutstromes besonders stark unterworfen; und es begreift sich leicht, dafs die Ernährungszentren (Ganglienzellen) andauernd gereizter Neuronen histologisch nachweisbare Veränderungen erkennen lassen. Mit welcher Intensität die Neuronen für die Aufrechterhaltung ihrer Unermüdbarkeit sorgen, wie sehr dieselben alle anderen Organe an „nutritiver Attraktion“ für das Nährmaterial des Blutes übertreffen, ergiebt sich vor allem auch aus der Thatsache, dafs bei sehr lang (etwa gar bis zum Hungertode) fortgesetztem Hungern das Nervensystem von allen Organen den geringsten Stoffverlust erleidet, nämlich einen solchen, der fast gleich Null ist.

Natürlich bedürfen die im Vorstehenden entwickelten Gesichtspunkte noch in verschiedener Richtung der näheren Ausführung und Ergänzung, und in gewisser Hinsicht wäre es vielleicht besser gewesen, wenn wir uns darauf beschränkt hätten, unter Bezugnahme auf die im Eingange dieses Paragraphen (S. 47) erwähnte Auslassung Ficks und die darauf angeführten Versuchsresultate für die nervöse Sehbahn dieselbe relative Unermüdbarkeit zu postulieren, welche für die nervöse Hörbahn nachweislich besteht. Wir haben es indessen doch für angezeigt gehalten, wenigstens anzudeuten, zu welchen Anschauungen man gelangt, wenn man die für die Unermüdbarkeit der Nerven sprechenden Thatsachen mit den anscheinend ganz anders gearteten Erscheinungen der Willensermüdung, der Erschlaffung des Denkens u. dergl. in Einklang zu bringen sucht. Wie man sieht, führt ein Bestreben letzterer Art zu Anschauungen, die sich ganz in einer Linie mit denjenigen modernen Ansichten bewegen,

nach denen manche oder womöglich alle Beeinflussungen und Komplikationen der Nervenleitung, die man bisher in die Ganglienzellen verlegt hat, an solche Stellen zu verlegen sind, wo verschiedene Neuronen in Kontakt zu einander treten. Die Thatsachen nötigen uns, bemerkt Morat in einer diesen letzteren Standpunkt ganz uneingeschränkt geltend machenden Abhandlung,[1] der Nervenzelle nur die Funktion zuzuschreiben, das Zentrum der Entwickelung und Ernährung des Neurons zu sein. In der Leitungsbahn der Nervenerregung stellt die Nervenzelle keine irgendwie wichtige Etappe dar. Die wichtigen Etappen sind vielmehr am Beginn und am Ende des Neurons. Wir möchten indessen nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dafs die Nervenzellen, weil sie eben als Zentren der Ernährung (schon in Folge der grofsen Oberfläche, die sie durch ihre zahlreichen Protoplasmafortsätze besitzen) den Einflüssen des Ernährungsstromes zugänglicher sind als die Nervenfasern, auch den erregenden oder hemmenden Einflüssen, welche die chemische Beschaffenheit des Blutes teils in besonderen Fällen, teils in periodischer Weise ausübt, weit zugänglicher sein müssen als die Nervenfasern. Es ist daher schon von vorneherein zu erwarten, dafs die Nervenzellen im allgemeinen nicht blos der Einwirkung von Giften zugänglicher sind als die Nervenfasern, sondern auch die Ausgangsstätten derjenigen Nervenerregungen sind, welche die Folge irgendwelcher chemischer Veränderungen des Ernährungsstromes sind.

§ 35. Erklärung der quantitativen Singularität der schwarzweifsen Empfindungen.

Unter der quantitativen Singularität der schwarzweifsen Empfindungen verstehen wir die schon früher (§ 6, S. 31) erwähnte Thatsache, dafs die Empfindung einer und derselben Graunüance nicht mit merkbar verschiedenen Intensitäten vorkommt. Den Gründen, aus denen, und den Einschränkungen, mit denen diese Thatsache besteht, gelten die nachfolgenden Ausführungen.

Die im wesentlichen aus *W*-Erregung und *S*-Erregung sich zusammensetzende endogene Erregung der zentralen Sehsubstanz ist den Darlegungen von § 33 gemäfs von der Temperatur und dem Erregbarkeitszustande der Sehsubstanz abhängig. Die Temperatur der Sehsubstanz ist als merkbar konstant anzusehen; dasselbe gilt nach den Ausführungen des vorstehenden Paragraphen von der Erregbarkeit. Folglich sind

[1] *Arch. de Physiol.* 7, 1895, S. 200 ff. Die Abhandlung von Morat läfst eine Berücksichtigung der in Biedermanns *Elektrophysiologie*, S. 497 f. erwähnten Untersuchungen vermissen.

wir zu der Behauptung berechtigt, daſs die endogene Erregung, welche in der Sehsubstanz besteht, wenn in der Netzhaut neutrale Stimmung herrscht und auch sonst kein Reiz (mechanischer oder sonstiger Art) auf die nervöse Sehbahn wirkt, merkbar konstant und unabhängig von demjenigen ist, was vorher in der Sehsubstanz geschehen ist.

Wird die neutrale Stimmung der Netzhaut in der Weise gestört, daſs die Differenz $I_w—I_s$ einen positiven oder negativen Wert annimmt, so muſs diesem Werte von $I_w—I_s$ wegen der Konstanz der Temperatur und Erregbarkeit der Sehsubstanz stets eine und dieselbe Modifikation der endogenen Erregung der letzteren entsprechen, d. h. stets eine und dieselbe Intensität der *W*-Erregung und eine und dieselbe Intensität der *S*-Erregung zugehören. Kurz, wegen der Konstanz der Temperatur und Erregbarkeit der Sehsubstanz ist die in der letzteren vorhandene Erregung eine eindeutige Funktion der Differenzen $I_w—I_s$, $I_r—I_g$, $I_e—I_b$.[1] Dem Früheren (§ 20, S. 343 f.) gemäſs weicht die *W*-Erregung von demjenigen Intensitätswerte, den sie bei völligem Sichselbstüberlassensein der zentralen Sehsubstanz besitzt, umsomehr nach oben oder nach unten ab, je gröſser, absolut genommen, der positive bezw. negative Wert der Differenz $I_w—I_s$ ist, während die *S*-Erregung umso intensiver ist, je weniger der Wert $I_w—I_s$ in positiver Richtung, bezw. je mehr derselbe in negativer Richtung verschoben ist. Es ist also infolge der Konstanz der Temperatur und Erregbarkeit der Sehsubstanz die Intensität der *W*-Erregung eine eindeutige Funktion des Wertes $I_w—I_s$, und zugleich ist auch die Intensität der *S*-Erregung eine eindeutige Funktion desselben Wertes oder, was auf dasselbe hinauskommt, eine eindeutige Funktion der Intensität der *W*-Erregung, und zwar eine Funktion von der Art, daſs ganz allgemein der stärkeren *W*-Erregung die schwächere *S*-Erregung zugehört. Hieraus ergiebt sich, daſs die Empfindung einer und derselben Grau-

---

[1] Wie nicht weiter ausgeführt zu werden braucht, ist jeder die nervöse Sehbahn treffende innere Reiz, z. B. mechanischer Art, bestimmten Werten der obigen drei Differenzen äquivalent. Nur eine Temperaturänderung der Sehsubstanz würde in ihrer psychophysischen Wirkung nicht durch Herstellung bestimmter Werte obiger drei Differenzen ersetzbar sein (vergleiche S. 41).

nuance nicht mit verschiedenen Intensitäten vorkommen kann. Denn käme die Empfindung einer und derselben Graunuance mit verschiedenen Intensitäten vor, so müſste es möglich sein, daſs bei einer Zunahme der *W*-Erregung die *S*-Erregung eine in gleichem Verhältnisse stattfindende Erhöhung erfahre. Dies ist aber thatsächlich unmöglich; denn nach Vorstehendem ist jede Verstärkung der *W*-Erregung von einer Abnahme der *S*-Erregung begleitet, und umgekehrt. Mithin ist es uns gelungen, das Hauptproblem, das überhaupt zu allen diesen unseren psychophysischen Untersuchungen über die Gesichtsempfindungen den Anstoſs gegeben hat, zu lösen, nämlich das Problem: wie ist die Theorie der Gegenfarben zu gestalten, damit sie die quantitative Singularität der schwarzweiſsen Empfindungen ohne Zuhilfenahme des in § 2 erörterten, für uns unannehmbaren Heringschen Satzes zu erklären vermag?

Im Vorstehenden ist von der Frage, ob die quantitative Singularität der schwarzweiſsen Empfindungen absolut oder nur mit Annäherung und gewissen Einschränkungen bestehe, ganz abgesehen worden. In dieser Beziehung ist nun zu bemerken, daſs wir die hier in Betracht kommenden Verhältnisse nur im Groben beurteilen können, z. B. nur mit voller Sicherheit behaupten können, daſs die Empfindung eines mittleren Grau niemals die Intensität und Eindringlichkeit eines beträchtlich helleren Weiſs besitzt. Es ist zu bedenken, daſs auch die Bedingungen, an welche nach dem Vorstehenden die quantitative Singularität der schwarzweiſsen Empfindungen gebunden ist, nicht absolut streng erfüllt sein können. Die Temperatur und die Erregbarkeit der Sehsubstanz unterliegen ganz sicher gewissen, wenn auch nur geringen Schwankungen. Und es versteht sich von selbst, daſs wir die Unermüdbarkeit der Sehsubstanz nur in demjenigen relativen Sinne anzunehmen brauchen, in welchem dieselbe angenommen werden muſs, um den Satz von der quantitativen Singularität der schwarzweiſsen Empfindungen mit derjenigen Gültigkeit, welche er thatsächlich besitzt, zu erklären.

Es erhebt sich nun aber die Frage, ob es neben den soeben angedeuteten, nicht ins Gewicht fallenden und mehr zufälligen Abweichungen von diesem Satze nicht noch ganz anders geartete Abweichungen von demselben giebt. Es fragt sich nämlich, erstens, ob das Vorstellungsbild einer

Graunuance gemäfs der sogenannten Schwäche, welche es in der Regel im Vergleich zu der Empfindung der gleichen Graunuance besitzt, nicht einfach als eine Vorstellung anzusehen ist, welche sich von letzterer Empfindung lediglich durch eine weit geringere Intensität und Eindringlichkeit unterscheidet. Die Thatsache, dafs das Vorstellungsbild einer bestimmten Nuance des Grau oder Weifs im allgemeinen schwächer erscheint, als die Empfindung derselben Nuance, und zugleich doch auch von jeder dunkleren Grauempfindung wesentlich verschieden ist, läfst sich nach unseren bisherigen Entwickelungen unschwer erklären.[1]

Zweitens kann man fragen, ob nicht pathologische Fälle vorkommen, wo die Intensitäten, welche die endogene *W*-Erregung und *S*-Erregung bei neutraler Stimmung der Netzhaut und Abwesenheit innerer (z. B. mechanischer) Reize der nervösen Sehbahn besitzen, erheblich verändert sind und mithin auch die Empfindungen der verschiedenen Graunuancen mit anderen Intensitäten vorkommen, als unter normalen Verhältnissen der Fall ist.

Es würde zu weit abführen, wollten wir an dieser Stelle nun auch in eine (an und für sich hier wohl angebrachte) psychophysische Erörterung der Besonderheiten des binokularen Sehens sowie der Erscheinungen des Glanzes eintreten. Was die Thatsache anbelangt, dafs ein und dasselbe Objekt uns bei unokularer und binokularer Betrachtung annähernd gleich hell erscheint, so liegt es nahe, dieselbe sowie überhaupt die Gültigkeit des Satzes „vom komplementären Anteil der beiden Netzhäute am Sehfelde" (Hering in *Hermanns Handbuch d. Phsysiol.* 3, 1, S. 596) auf diejenige Wechselbeziehung zurückzuführen, in welcher die beiden Netzhäute hinsichtlich ihrer retinalen Anpassungszustände zu einander stehen. Man kann aber auch an eine Mitbeteiligung von Regulierungen zentraler Art denken.

Nehmen wir an, die *W*- und *S*-Erregung der zentralen Sehsubstanz seien einander direkt entgegengesetzte chemische Umsetzungen, welche sich in dem Falle, wo neutrale Stimmung in der Netzhaut herrscht und die Sehsubstanz sich völlig selbst überlassen ist, gegenseitig gerade das Gleichgewicht halten, so besteht im lezteren Falle in der Sehsubstanz ein Zustand, bei welchem sich die Energie der Sehsubstanz in keiner

[1] Wie man die nicht selten vertretene Ansicht, dafs die den visuellen Vorstellungsbildern zu Grunde liegenden Nervenprozesse genau in denselben nervösen Teilchen stattfänden, wie die den Gesichtsempfindungen entsprechenden Nervenprozesse, mit der Thatsache der endogenen Erregung der Sehsubstanz vereinen will, ist uns völlig unerfindlich. Nach dieser Ansicht müssten sich die visuellen Vorstellungsbilder stets in das Sehfeld des subjektiven Augengrau einzeichnen, was bekanntlich nur bei solchen Vorstellungsbildern der Fall ist, welche halluzinatorische Stärke besitzen.

Weise ändert, bei welchem aber für die molekular-mechanische Betrachtung sehr vieles in der Sehsubstanz geschieht, und welcher auch in psychophysischer Hinsicht keineswegs bedeutungslos ist, sondern die Unterlage der Empfindung des subjektiven Augengrau bildet. Der hier angenommene (keineswegs unmögliche) Fall zeigt uns, dafs es schwerlich ein sehr glücklicher Gedanke ist, wenn Lasswitz (*Arch. f. system. Philos.*, 1, 1895, S. 46 ff.) von der Einführung der energetischen Betrachtungsweise in die innere Psychophysik das Heil der letzteren erwartet, und erinnert uns daran, dafs eine Theorie der Materie nur dann als ausreichend geltend kann, wenn sie zugleich der Psychophysik als eine genügende Unterlage zu dienen vermag. Denn die Gesetzmäfsigkeiten der unmittelbar gegebenen Inhalte können nur durch eine solche Theorie der Materie einen Ausdruck finden, welche die von ihr supponierten materiellen Vorgänge mittels einer konsequenten psychophysichen Gesetzmäfsigkeit in Beziehung zu den unmittelbar gegebenen Bewufstseinsinhalten zu bringen vermag.

§ 36. Assimilation und Dissimilation.

Wir stellen uns hier nicht die Aufgabe, die von uns vertretene Modifikation der Theorie der Gegenfarben hinsichtlich aller Einzelheiten und Konsequenzen mit derjenigen Form zu vergleichen, welche Hering selbst dieser Theorie gegeben hat. Nur einige Hauptpunkte allgemeinerer Art sollen in dieser Beziehung hier zur Sprache gebracht werden.

1. Wie nach unseren Anschauungen infolge der Schwankungen, welche die vorhandenen Mengen der Sehstoffe erleiden, in der Netzhaut ein und dasselbe Intensitätsverhältnis zwischen *W*- und *S*-Prozefs bei verschiedenen absoluten Intensitätswerten beider Vorgänge stattfinden kann, so kann nach Hering (z. B. *Zur Lehre vom Lichtsinn*, S. 99 ff.) in der zentralen Sehsubstanz ein und dasselbe Intensitätsverhältnis zwischen der *W*- und *S*-Erregung bei sehr verschiedenen absoluten Intensitätswerten beider Erregungen stattfinden. Da nun aber die Empfindung einer und derselben Graunuance nicht mit merkbar verschiedenen Intensitäten vorkommt, so sieht sich Hering genötigt, den in § 2 erörterten, unannehmbaren psychophysischen Satz aufzustellen. Wir hingegen bedürfen dieses Satzes nicht, wie im vorstehenden Paragraphen gezeigt worden ist.

2. Man hat schon von jeher der Heringschen Theorie gegenüber die Frage aufgeworfen, wie es möglich sei, dafs die schwarzweifsen Empfindungen vorkommen, während doch nach

dieser Theorie zwischen Weifs und Schwarz derselbe Antagonismus bestehen soll, welcher zwischen Rot und Grün, Gelb und Blau besteht und ein Vorkommen der rotgrünen und gelbblauen Empfindungen völlig ausschliefst. Dieser scheinbare Widerspruch, in den die Theorie der Gegenfarben den schwarzweifsen Empfindungen gegenüber gerät, ist durch unsere Ausführungen (§ 6, S. 31f., § 20, S. 343ff., § 33, S. 40ff.) völlig beseitigt.

3. Nach Herings Theorie mufs bei vollendeter Adaptation an eine bestehende Helligkeit, mag diese Helligkeit eine hohe oder geringe sein, stets diejenige (neutrale) Grauempfindung vorhanden sein, welcher eine *W*-Erregung und *S*-Erregung von genau derselben Intensität zu Grunde liegen. Denn der Zustand der vollendeten Adaptation an eine Helligkeit ist nach Hering dadurch charakterisiert, dafs sich die vorhandene Assimilation und Dissimilation gegenseitig gerade das Gleichgewicht halten.[1] Nun können wir allerdings den Fall der völligen Adaptation an eine gegebene Helligkeit aus verschiedenen Gründen nicht streng verwirklichen (vergleiche § 22, S. 365f.), es sei denn allenfalls, dafs es sich um die Adaptation an eine minimale Helligkeit handele. Aber trotzdem können wir auf Grund der Erfahrungen, die wir bei längerem Fixieren heller Flächen oder bei längerem Aufenthalte in möglichst gleichförmig erleuchteten, nirgends schwarze oder dunkelgraue Flecke oder Gegenstände enthaltenden, hellen Räumen machen, mit einiger Sicherheit die Behauptung aufstellen, dafs der völligen Adaptation an eine starke Helligkeit nicht dieselbe mittlere Grauempfindung entspricht, welche bei vollendeter Adaptation an eine schwache oder gar minimale Helligkeit vorhanden ist. Es scheint uns also die Heringsche Theorie auch deshalb zu einem Bedenken Anlafs zu geben, weil sie dem Zustande der völligen Adaptation an eine gegebene Helligkeit stets eine und dieselbe Grauempfindung entsprechen läfst, mag die gegebene Helligkeit sein, welche sie wolle. Wie sich aus den Ausführungen, die wir in § 22 (insbesondere S. 366) gegeben haben, ohne weiteres ergiebt, unterliegen die von uns vertretenen Anschauungen nicht dem gleichen Bedenken. Nach unseren Entwickelungen ist dann, wenn in der Netzhaut der Zustand stofflichen Gleich-

[1] Man vergleiche z. B. Hering im *Arch. f. Ophthalm.*, 37, 3. S. 30f.

gewichts erreicht ist, die Differenz $I_w—I_s$ um so gröſser, je stärker die einwirkende Helligkeit ist.

4. Wenn HERING die negativen Nachbilder und überhaupt die sog. Ermüdungserscheinungen des Gesichtssinnes nicht auf besondere peripherische Vorgänge, sondern auf die in jeder lebendigen Substanz stattfindenden Vorgänge der Assimilation und Dissimilation und ihre Wechselbeziehung zu einander zurückführt, so erhebt sich die Frage, weshalb die übrigen Sinne nicht sämtlich die gleichen Ermüdungs- und Nachbilderscheinungen beobachten lassen, wie der Gesichtssinn. Auch im Gebiete des Hörsinnes und des Tastsinnes z. B. muſs nach den Anschauungen HERINGS neben der Dissimilation eine Assimilation stattfinden. Warum nun lassen uns beide Sinne nicht ebenso wie der Gesichtssinn negative Nachbilder beobachten? Der hier erhobene Einwand, der sich, wie leicht zu erkennen, in verallgemeinerter Form überhaupt gegen jede Theorie richten läſst, welche die negativen Nachbilder und die damit zusammenhängenden Ermüdungserscheinungen des Gesichtssinnes nicht auf besondere periphere Vorgänge, sondern auf irgendwelche allgemeine Eigenschaften der Nervensubstanz oder der lebenden Substanzen überhaupt zurückführt, fällt um so schwerer ins Gewicht, weil, wie wir früher gesehen haben, eine in strengem Anschlusse an die Thatsachen und Anschauungen der physikalischen Chemie stattfindende Durchführung der allgemein geteilten Annahme, daſs die Lichtstrahlen chemische Vorgänge im Sehepithele hervorrufen, ganz ohne Weiteres eine befriedigende physikalisch-chemische Erklärung der positiven und negativen Nachbilder und der gesamten Ermüdungserscheinungen des Gesichtssinnes an die Hand giebt.[1]

5. Vielleicht wird man nun vom Standpunkte der HERINGschen Theorie aus einwenden, daſs wir die groſse Analogie ganz übersähen, die zwischen dem Verhalten der Gesichtsempfindungen einerseits und dem Verhalten, welches der motorische Nerv bei Schlieſsung und Öffnung eines ihn durchflieſsenden konstanten Stromes zeige, andererseits bestehe. Leiten wir durch einen motorischen Nerven einen konstanten

[1] Weitere Bemerkungen, welche die Frage nach dem Ursprunge der Ermüdungserscheinungen des Gesichtssinnes betreffen, folgen am Schlusse dieses Paragraphen.

Strom, so erhalten wir an der (physiologischen) Kathode erhöhte Erregbarkeit und Erregung, an der Anode eine Verringerung der Erregbarkeit und eventuell eine Hemmung vorhandener Erregung. Öffnen wir den Strom, so kehren sich die Verhältnisse um; wo zuvor erhöhte Erregbarkeit bestand, zeigt sich Herabsetzung der Erregbarkeit, und wo zuvor die Erregbarkeit verringert war, tritt Erhöhung der Erregbarkeit und Erregung auf. Die Analogie zu der Umkehrung, welche die Vorgänge in der Netzhaut dem Auftreten der negativen Nachbilder entsprechend nach Beendigung einer gegebenen Lichteinwirkung erfahren, liegt auf der Hand. Wird eine Netzhautstelle z. B. durch rotes Licht gereizt, so wird in derselben *R*-Prozeſs hervorgerufen, in den umgebenden Netzhautstellen hingegen tritt ein *G*-Prozeſs und eine Verringerung der Rotempfänglichkeit auf. Sistieren wir die Einwirkung des roten Lichtes, so kehren sich die Verhältnisse um: wo vorher *R*-Prozeſs bestand, zeigt sich verringerte Rotempfänglichkeit und *G*-Prozeſs, und wo zuvor *G*-Prozeſs und herabgesetzte Rotempfänglichkeit herrschte, tritt jetzt ein *R*-Prozeſs auf. Der Analogie, welche hiernach zwischen dem Verhalten der Gesichtsempfindungen und den Erscheinungen des galvanisch gereizten motorischen Nerven besteht, wird Hering dadurch gerecht, daſs er nicht bloſs den Empfindungen von Rot und Grün, Gelb und Blau, Weiſs und Schwarz Vorgänge zu Grunde legt, welche im Verhältnisse von Assimilation und Dissimilation zu einander stehen, sondern auſserdem auch annimmt, daſs bei galvanischer Durchströmung des motorischen Nerven an der Anode die Assimilation, an der Kathode hingegen die Dissimilation gefördert werde. Die Folge einer solchen Wirksamkeit des galvanischen Stromes muſs sein, daſs nach Öffnung des Stromes an der Anode die Dissimilation, an der Kathode hingegen die Assimilation überwiegt.[1] Alles dasjenige, was diese Anschauungen Herings leisten, läſst sich nun aber auch noch durch eine andere Auffassung erreichen. Man nehme an, daſs, ebenso wie durch

---

[1] Man vergleiche Hering, *Zur Theorie der Vorgänge in der lebendigen Substanz* (Lotos, Neue Folge, 9, 1889), S. 58 ff.; Biedermann, *Elektrophysiologie*, S. 723 ff. Auf Einzelheiten und Besonderheiten, welche die Wirksamkeit des einen Nerven oder Muskel durchflieſsenden elektrischen Stromes betreffen, kann hier natürlich nicht eingegangen werden.

einen Lichtreiz in der neutral gestimmten Netzhaut das Gleichgewicht zwischen entgegengesetzten chemischen Prozessen gestört wird, auch durch einen elektrischen Strom, welcher einen motorischen Nerven durchfliefst, das Gleichgewicht zwischen zwei in diesem sich fortwährend abspielenden chemischen Vorgängen, welche keineswegs eigentliche Nervenprozesse seien und kurz als der *A*-Vorgang und *K*-Vorgang bezeichnet werden mögen, gestört werde, und zwar finde diese Störung, wie leicht zu begreifen, an der (physiologischen) Anode und Kathode in entgegengesetztem Sinne statt. An der Anode trete ein Überwiegen des *A*-Vorganges, mithin eine Ansammlung von *K*-Material ein, an der Kathode hingegen finde ein Überwiegen des *K*-Vorganges und eine Anhäufung von *A*-Material statt. Das Überwiegen des *K*-Vorganges wirke die Erregbarkeit steigernd und erregend auf die betreffenden Nervenstellen, das Überwiegen des *A*-Vorganges hingegen hemmend und die Erregbarkeit herabsetzend (ganz ähnlich wie in der Netzhaut ein Überwiegen des *S*-Prozesses über den *W*-Prozefs in genau entgegengesetztem Sinne auf die Sehnervenendigungen wirkt, wie ein Überwiegen des *W*-Prozesses über den *S*-Prozefs). Macht man diese Voraussetzungen, so ergiebt sich ohne Weiteres, dafs nach Öffnung des Stromes an der Anodenstelle der *K*-Vorgang überwiegt und dementsprechend erhöhte Erregbarkeit und Erregung vorhanden ist, an der Kathodenstelle hingegen ein Überwiegen des *A*-Vorganges eintritt, welches an und für sich von einer herabgesetzten Erregbarkeit und eventueller Hemmung begleitet ist.

Wir brauchen nicht weiter auszuführen, dafs nach den hier angedeuteten Anschauungen die Analogie, welche zwischen dem Auftreten der negativen Nachbilder des Gesichtssinnes einerseits und der bei der Stromesöffnung im motorischen Nerven eintretenden Umkehrung der Erregbarkeitsverhältnisse andererseits besteht, sich in der einfachsten Weise erklärt, nämlich daraus, dafs es sich sowohl bei der Einwirkung der Lichtreize auf das Sehepithel als auch bei der Einwirkung des elektrischen Stromes auf den motorischen Nerven um Störungen eines chemischen Gleichgewichtszustandes handelt, welche nach Aufhören der betreffenden Störungsursache (des Lichtreizes, der elektrischen Durchströmung) nach dem Gesetze der chemischen

Massenwirkung notwendig von Vorgängen gefolgt sind, welche in genau entgegengesetzter Richtung vor sich gehen.[1]

Ebenso bedarf es nicht weiterer Ausführung, daſs die von uns hier vertretene Auffassung für die Erklärung der Erscheinungen des vom elektrischen Strome durchflossenen Nerven oder Muskels ebenso viel leistet, wie die Ansicht Herings, indem sie so zu sagen überall an Stelle der letzteren substituiert werden kann. Auf die Frage, ob unsere Auffassung (die insofern, als sie die Beeinflussung des motorischen Nerven durch den elektrischen Strom als eine Art chemischer Reizung ansieht, nichts weniger als neu ist) in Vergleich zu der Ansicht Herings nicht überdies noch gewisse Vorzüge besitze, soll hier nicht eingegangen werden.[2]

Uns will also bedünken, daſs die Heringsche Lehre von der Assimilation und Dissimilation entsprungen ist aus einer Betrachtung solcher Erscheinungsgebiete (Gesichtssinn, elektrisch durchströmter Nerv oder Muskel), in denen die Reizung der betreffenden erregbaren Gebilde durch Störungen chemischer Gleichgewichtszustände vermittelt wird. Da die Beziehung zwischen Assimilation und Dissimilation, wie Hering dieselbe darstellt, in mancherlei Hinsicht ähnlich ist und ähnliche Konsequenzen mit sich bringt, wie die Beziehung zwischen zwei chemischen Reaktionen, von denen die eine die Umkehrung der anderen ist, so hat sich die Heringsche Lehre für diese Erscheinungsgebiete als fruchtbar erwiesen. Sie versagt aber notwendig in allen denjenigen Sinnesgebieten, wo die adäquate Reizung nicht durch Störungen chemischer Gleichgewichtszustände vermittelt wird, z. B. im Gebiete des Hörsinnes.

6. Man kann nun aber überdies auch fragen, ob Hering bei

[1] Es bedarf nicht erst der Erwähnung, daſs der Fall der Einwirkung von Licht auf die lichtempfindliche Netzhautschicht mit dem Falle der elektrischen Durchströmung eines motorischen Nerven wegen gewisser Besonderheiten des letzteren Falles (polarisatorische Wirkungen des elektrischen Stromes u. dergl. m.) nicht in jeder Beziehung in eine Linie zu stellen ist.

[2] Man könnte hier z. B. an die Verlegenheit anknüpfen, in welcher sich die Heringsche Ansicht der Thatsache gegenüber befindet, daſs der nicht bloſs der Kontraktilität, sondern auch des Leitungsvermögens völlig beraubte Äthermuskel noch sehr wohl die Fähigkeit besitzt, nach Durchströmung durch den elektrischen Strom einen positiv anodischen Nachstrom zu liefern (man vergleiche Biedermann, *Elektrophysiologie*, S. 383 f.).



seiner Zurückführung vieler Erscheinungen auf die zwischen Assimilation und Dissimilation bestehende Beziehung dieser letzteren Beziehung nicht mitunter solche Eigenschaften zugeschrieben habe, welche derselben in Wirklichkeit nicht zukommen. Unter der Dissimilation versteht HERING die chemische Zersetzung oder Umwandlung erregbaren Materiales. Unter der Assimilation versteht er nicht denjenigen Vorgang, welcher der Dissimilation direkt entgegengesetzt ist und in einer Rückbildung der Erregungsprodukte zu erregbarem Materiale besteht, sondern einen Vorgang, der darin besteht, daſs „Nährstoffe aufgenommen, von der lebendigen Substanz angeeignet und zu Bestandteilen ihrer selbst gemacht werden" (HERING, *Zur Theorie der Vorgänge in der lebendigen Substanz*, S. 35.). Es ist also die Assimilation die Herstellung von erregbarem Material (*D*-Material), welche auf Grund gewisser Stoffe (von *A*-Material) erfolgt, die durch den Ernährungsstrom der betreffenden Schicht zugeführt sind, zu einem Teile aber auch Produkte vorheriger Dissimilation (*D*-Produkt) sein können. Hiernach zeigen die Assimilation und Dissimilation, wie auch HERING selbst a. a. O. S. 40 anerkennt, eine Gegensätzlichkeit nur insofern, als der eine Vorgang im Sinne einer Vermehrung, der andere aber im Sinne einer Verringerung des *D*-Materiales sich geltend macht. „Aber diese beiden Prozesse schlieſsen sich nicht gegenseitig aus, sondern finden gleichzeitig statt" (HERING); sie stehen auch keineswegs in einem solchen Verhältnisse zueinander, daſs eine Steigerung des einen Vorganges notwendig zugleich mit einer Schwächung des anderen oder Erschwerung der Auslösbarkeit des anderen verbunden ist. Im Gegenteil, eine Steigerung des Verbrauches eines erregbaren Materiales ist in der Regel von einer Steigerung der Stoffzufuhr und Assimilation begleitet, und eine Zunahme der letzteren ist im allgemeinen mit einer Steigerung des Stoffverbrauches verbunden.

Wenn also HERING (*Zur Lehre vom Lichtsinn*, S. 120) behauptet: „Gemischtes Licht erscheint farblos, wenn es sowohl für die blaugelbe als für die rotgrüne Substanz ein gleichstarkes Dissimilierungs- wie Assimilierungsmoment setzt, weil dann beide Momente sich gegenseitig aufheben und die Wirkung auf die schwarzweiſse Substanz rein hervortritt",[1] so vermögen

[1] Man vergleiche hierzu die ganz entsprechenden Ausführungen von HERING, *Zur Lehre vom Lichtsinn*, S. 127, sowie *Pflügers Arch.*, 41, 1887, S. 34 ff.

wir dem soeben Bemerkten gemäfs nicht einzusehen, inwiefern ein gleichstarkes Dissimilierungs- und Assimilierungsmoment sich in dem Sinne gegenseitig aufheben können, dafs weder Assimilierung noch Dissimilierung eintritt. Wenn ein Reiz vorhanden ist, welchem an und für sich eine gesteigerte Umwandlung von *A*-Material in *D*-Material entspricht, und gleichzeitig ein zweiter Reiz gegeben ist, welchem an und für sich eine gleich lebhafte Umwandlung von *D*-Material in *D*-Produkt entspricht, so kann das gemeinsame Resultat beider Reize nur das gleichzeitige Stattfinden einer gesteigerten Assimilation und einer gleichstarken gesteigerten Dissimilation sein, wobei die Menge des *D*-Materials konstant bleibt. Wie die Gleichzeitigkeit beider Reize die Wirkung Null ergeben könne, vermögen wir nicht zu erkennen.

Man setze ferner den Fall, dafs rotes Licht längere Zeit hindurch ununterbrochen auf das Auge wirke, und zwar eine Dissimilation hervorrufe. Alsdann mufs nach Herings Anschauungen während der Einwirkung des roten Lichtes die entsprechende Assimilierung, also die *G*-Erregung, immer mehr zunehmen, und zuletzt, wenn das Auge völlig an das rote Licht adaptiert ist, mufs die *G*-Erregung mit genau derselben Intensität stattfinden wie die *R*-Erregung, ebenso wie das Auge bei stattfindender Adaptation an eine gegebene weifse Helligkeit nach Hering (*Arch. f. Ophthalm.*, 37, 3, S. 30 f.) sich immer mehr demjenigen Zustande nähert, wo die *S*-Erregung mit gleicher Intensität stattfindet wie die *W*-Erregung und mithin die neutrale Grauempfindung vorhanden ist. Bei der allmählich sich vollziehenden Adaptation an das rote Licht müfste also die Rotempfindung einen immer deutlicher werdenden Stich ins Grünliche annehmen und zuletzt zu einer mittleren Rotgrünempfindung werden. Davon ist aber in Wirklichkeit nicht die Rede. Weshalb davon in Wirklichkeit nicht die Rede ist, und weshalb überhaupt die rotgrünen und gelbblauen Empfindungen in unserer Erfahrung nicht vorkommen, darüber vermag man nicht Rechenschaft zu geben, wenn man den Gegensatz, der zwischen den psychophysischen Vorgängen des Gesichtssinnes besteht, nur als denjenigen Gegensatz ansieht, der zwischen Assimilation und Dissimilation besteht. Wollte man annehmen, dafs das rote Licht nicht blofs im Sinne einer Steigerung der Dissimilierung, sondern zugleich auch im Sinne einer Minderung der zugehörigen Assimilierung wirke, so würde zu bemerken

sein, dafs diese Annahme nicht blofs durchaus willkürlicher Art wäre, sondern auch dem Organismus eine eminente Unzweckmäfsigkeit zuschriebe — denn eine Herabsetzung der Assimilation bei gesteigerter Dissimilation wäre äufserst unzweckmäfsig — und unseren sonstigen physiologischen Erfahrungen durchaus widerspräche, z. B. der Thatsache, dafs bei gesteigerter Thätigkeit eines Organes die Blutzirkulation in demselben sofort an Lebhaftigkeit zuzunehmen pflegt, was schwerlich dazu geschieht, um einer herabgesetzten Assimilation zu dienen. Übrigens hat auch schon Hering selbst (*Zur Theorie der Vorgänge in der lebendigen Substanz*, S. 40) hervorgehoben, dafs auch bei andauernder Einwirkung eines solchen Reizes, welcher eine Dissimilation fördert und die zugehörige Assimilation mindert, schliefslich ein Zustand eintreten müfste, bei welchem die Assimilation und Dissimilation gleich stark ausfallen.

Man kann nun endlich noch fragen, ob nicht wenigstens in energetischer Hinsicht ein Gegensatz zwischen Assimilation und Dissimilation bestehe, insofern durch den einen Vorgang eine Zunahme, durch den anderen aber eine Abnahme des Energieinhaltes der beteiligten Stoffe bewirkt werde. Aber auch auf diese Frage mufs die Antwort verneinend lauten. Stellt man sich nämlich auf den Heringschen Standpunkt, so erscheint der Umstand auffallend dafs sich neben den beiden Vorgängen der Umwandlung von *A*-Material in *D*-Material und der Umwandlung von *D*-Material in *D*-Produkt nicht auch die beiden entgegengesetzten Vorgänge, die Rückbildung von *D*-Material in *A*-Material und von *D*-Produkt in *D*-Material, merkbar machen. Nach unseren Ausführungen in § 25 (S. 390, 392), deren allgemeiner Bedeutung und Wichtigkeit wir uns sehr wohl bewufst sind, ist dieser Umstand darauf zurückzuführen, dafs der Energieinhalt des *D*-Materials weit gröfser ist, als derjenige des *D*-Produkts, und zugleich auch das *A*-Material noch einen weit gröfseren Energieinhalt besitzt als das *D*-Material.[1] Zu dem Resultate, dafs durch diejenigen Nervenprozesse, welche Assimilationsvorgänge darstellen sollen,

[1] In der That behauptet auch Biedermann (*Elektrophysiologie*, S. 519), dafs „es sich bei der Nervenreizung ohne Zweifel ganz ebenso wie bei der direkten Muskelreizung, ja wohl überhaupt bei einer irgendwie bewirkten Erregung einer lebenden Substanz stets um Auslösung von Spannkräften handelt".

keine Zunahme des Energieinhaltes der betreffenden Teile bewirkt wird, gelangt man übrigens auch noch auf einem anderen Wege. Man braucht nämlich nur in Rücksicht zu ziehen, dafs einerseits nicht die mindeste Berechtigung dafür vorhanden ist, anzunehmen, dafs sich diese Nervenprozesse, im Unterschiede von anderen, mit abnehmender Intensität fortpflanzen, dafs aber andererseits Vorgänge, durch welche eine Zunahme des Energieinhaltes der betroffenen Stellen (z. B. eine Anhäufung chemischer Spannkräfte daselbst) bewirkt wird, sich nur mit abnehmender Intensität weiterverbreiten können. Denn wenn eine Nervenstelle bei ihrer Erregung durch die vorhergehende Stelle mehr Energie aufnimmt, als sie an die nächstfolgende Stelle abgiebt, so bedeutet dies, dafs sie auf die letztere Stelle einen schwächeren Übertragungsreiz ausübt, als sie selbst seitens der ersteren erfahren hat, dafs also die Erregung bei ihrer Fortpflanzung an Stärke verliert.

Im Grunde sind also Herings Assimilation und Dissimilation zwei chemische Vorgänge, die beide von einer bedeutenden Abnahme des Energieinhaltes der beteiligten Stoffe begleitet sind und sich nicht wesentlich anders zu einander verhalten, als zwei Dissimilierungsvorgänge, von denen der eine das Dissimilierungsprodukt des anderen noch zu weiterer Zersetzung bringt. Wir glauben nicht, dafs die Beziehung, die zwischen diesen beiden Vorgängen besteht, dazu geeignet ist, zur Erklärung derjenigen Erscheinungen der Sinnesphysiologie und Nerven- und Muskellehre zu dienen, welche auf einen gewissen Antagonismus von Vorgängen hindeuten. Diese Assimilation und Dissimilation schliefsen einander keineswegs aus und hemmen sich in keinerlei Weise. Es ist nicht einzusehen, weshalb der eine von diesen beiden Vorgängen auf einen Muskel in entgegengesetztem Sinne wirken müsse, wie der andere. Und es ist nichts weniger als selbstverständlich, dafs, wenn einem *D*-Vorgange eine elektrische Negativitätswelle zugehöre, alsdann dem zugehörigen *A*-Vorgange eine elektrische Positivitätswelle entspreche. Es war gewifs ganz im Sinne einer wissenschaftlichen Methodologie, wenn Hering die antagonistischen Beziehungen, welche nach seinen Nachweisungen die Psychophysik der Gesichtsempfindungen zwischen den bei Erweckung dieser Empfindungen beteiligten Vorgängen anzunehmen hat, zunächst auf die gegenseitige Beziehung bereits bekannter

Vorgänge, der Assimilation und Dissimilation, zurückzuführen versuchte. Aber die Beziehung zwischen diesen beiden Vorgängen scheint uns nicht diejenige Leistungsfähigkeit für die Erklärung jener Erscheinungen zu besitzen, welche ihr von Hering und nach seinem Beispiele von anderen Forschern zugeschrieben wird.

Da wir nicht im Mindesten in Abrede stellen, dafs auch die Neuronen dem Stoffwechsel unterliegen, so wird man vielleicht die Frage stellen, welche psychophysische Rolle wir selbst der Assimilation zuschrieben, die in den psychophysischen Stätten der Sehsphäre stattfinde· Auf diese Frage läfst sich Verschiedenes erwidern. Erstens, dafs wir überhaupt noch gar nicht sicher wissen, ob die psychophysischen Prozesse chemischer Natur sind, bezw. ob jeder in den psychophysischen Stätten sich abspielende chemische Vorgang einen psychophysischen Prozefs hervorzurufen vermag. Zweitens kann man meinen (zumal vom Standpunkte der in § 29 erörterten Auslösungshypothese aus), dafs die Umwandlung der Nährstoffe in erregbares Material und die Rückbildung erregbaren Materials in Nährstoffe Vorgänge seien, welche beide mit nur sehr geringen Änderungen der Energieinhalte der beteiligten Stoffe verliefen und im Vergleich zu den eigentlichen Erregungsprozessen nur ein verschwindendes psychophysisches Gewicht besäfsen. Endlich drittens kann man sagen, dafs die Bildung neuer psychophysischer Substanz vielleicht überhaupt nicht an denjenigen Stätten geschehe, welche den Schauplatz der psychophysischen Prozesse darstellen. Das Material für letztere Prozesse werde vielmehr an anderen Plätzen gebildet und durch Diffusion und noch andere Kräfte nach den Schauplätzen der psychophysischen Thätigkeit hingeführt. Es würde nichts weniger als zweckmäfsig sein, wenn die Empfindungen, welche zur Wahrnehmung der für uns wichtigen Vorgänge der Aufsenwelt und unseres eigenen Organismus bestimmt seien, fortwährend durch diejenigen Vorgänge beeinflufst und gestört würden, welche lediglich der Herstellung neuer psychophysischer Substanz dienen. Deshalb sei letztere Herstellung ganz aufserhalb der Stätten der psychophysischen Prozesse verlegt.

Eine eingehendere Stellungnahme zur Theorie Herings ist dadurch erschwert, dafs derselbe auf die Frage, inwieweit nun die negativen Nachbilder und überhaupt alle von ihm auf die Beziehung zwischen Assimilation und Dissimilation zurückgeführten Erscheinungen des Gesichtssinnes peripherischen oder zentralen Ursprunges seien, gar nicht näher eingeht (man vergleiche z. B. Herings Auslassung im *Arch. f. Ophthalm.*, 37, 3, S. 34 f.). An manchen Stellen (z. B. *Pflügers Arch.*, 41, 1887, S. 39) tritt freilich eine Neigung Herings, die für das Verhalten der Gesichtsempfindungen mafsgebende Assimilation und Dissimilation als zentrale Vorgänge anzusehen, deutlich hervor.

Mit unserer Ansicht, dafs die Nachbilder und Ermüdungserscheinungen des Gesichtssinnes wesentlich peripherischen Ursprunges seien, stimmt die Mehrzahl der Forscher überein, welche sich über diesen

Punkt geäufsert haben. Die Gründe, welche für diese Ansicht angeführt werden, vermögen wir indessen nicht immer als beweisend anzuerkennen. So scheinen uns z. B. die Thatsachen, welche EXNER (*Pflügers Arch.*, 11, 1875, S. 414 f., S. 581 ff.; *Wien. Ber.* 65, 1872, S. 59 ff.; *Repertorium der Physik*, 1884, S. 374 ff.) für die Behauptung eines retinalen Ursprunges der Nachbilder anführt, zum Teil im Hinblick auf die von FILEHNE (*Arch. f. Ophthalm.*, 32, 2, S. 17 ff.) gegen EXNER geltend gemachten Thatsachen und Gesichtspunkte, einer genügenden Beweiskraft zu entbehren.

Äufserst befremdend ist die Art und Weise, wie FILEHNE (a. a. O. S. 4 ff.) die sog. Starrblindheit benutzt, um einen zerebralen Ursprung der Nachbilder und der Kontrasterscheinungen darzuthun. Jeder mit HERINGS Nachweisungen einigermafsen Vertraute erkennt unschwer, dafs die sogenannte Starrblindheit im wesentlichen einfach auf der simultanen Lichtinduktion und den Veränderungen beruht, welche eine andauernde Lichteinwirkung an der Erregbarkeit der unmittelbar betroffenen Netzhautstellen hervorruft.

Betreffs der gleichfalls befremdenden Argumente, welche PARINAUD (*Gaz. des hôpitaux*, 55, 1882, S. 459 f.) für die Annahme eines zerebralen Ursprunges der Nachbilder angeführt hat, genügt es, auf die Kritik von EXNER (*Repert. d. Physik.*, 1884, S. 377) zu verweisen.[1] BINET (*La psychologie du raisonnement*, Paris, 1886, S. 47) führt für die Ansicht von PARINAUD den Umstand an, dafs das Nachbild zuweilen noch lange Zeit nach dem ursprünglichen Sinneseindruck auftrete. Als Beispiele hierfür nennt er eine Anzahl von Fällen, in denen sämtlich es sich nicht um Nachbilder, sondern um Wiederholungsbilder (Erscheinungen des Sinnesgedächtnisses) handelt. Letztere Erscheinungen, die in der That in einem Gedächtnisse der Nervensubstanz ihren Grund haben, sind aber von den Nachbildern ganz wesentlich verschieden. Dies erhellt z. B. schon daraus, dafs die Wiederholungsbilder uns auch frühere Bewegungen von Gesichtsobjekten wieder vorführen können, was die Nachbilder niemals vermögen (man vergleiche hierüber FECHNER, *Elem. d. Psychoph.*, 2, S. 498 ff.).

In eklatanter Weise würde die Annahme eines peripherischen Ursprunges der Nachbilder erwiesen sein, wenn sich zeigen liefse, dafs Lichtempfindungen, welche an einer Versuchsperson, der ein Augapfel enukleiert ist, lediglich durch mechanische Reizung des Sehnerven bewirkt werden,[2] keine negativen Nachbilder hinterlassen, während Lichtempfindungen von ganz gleicher Beschaffenheit, welche durch adäquate Reizung der Netzhaut des noch erhaltenen Auges hervorgerufen werden, von deutlichen negativen Nachbildern begleitet werden.

Vielleicht wird man meinen, dafs für einen zentralen Ursprung der negativen Nachbilder solche Fälle sprächen, wo durch Willensanstrengung bis zu sinnlicher Deutlichkeit verstärkte Vorstellungsbilder von entsprechenden negativen Nachbildern gefolgt gewesen sein sollen, oder für

---

[1] Man vergleiche auch DELABARRE im *American Journ. of Psychol.*, 2, 1889, S. 326 ff.

[2] Über Lichtempfindungen, welche nach Enukleation des Augapfels durch mechanische Reizung des Opticusstumpfes hervorgerufen wurden, berichtet SCHMIDT-RIMPLER, *Centrabl. f. d. med. Wiss.*, 1882, S. 3 f.

eine im Traume gesehene Farbe nach dem unmittelbar darauf erfolgten Erwachen noch das zugehörige negative Nachbild wahrgenommen worden sein soll. Alle Fälle dieser Art sowie verwandte Beobachtungen an Hypnotisierten besitzen für ein kritisches Denken nicht die mindeste Beweiskraft.[1] Denn erstens mufs man sich hüten, Trugwahrnehmungen, welche auf illusorischer Auffassung peripherischer Eindrücke beruhen und selbstverständlich von den diesen Eindrücken entsprechenden negativen Nachbildern begleitet sind, für Zustände rein zentralen Ursprunges zu nehmen. Zweitens ist zu bedenken, dafs da, wo das Halluzinationsbild eines Gegenstandes mit bestimmter Färbung auftritt, leicht auch das Halluzinationsbild eines gleichen Gegenstandes mit komplementärer Färbung wird entstehen können. Wer sich z. B. das Vorstellungsbild eines blauen Mantels bis zu sinnlicher Deutlichkeit zu steigern vermag, wird sich (bei geeigneter Suggestion) leicht auch hinterher noch das Vorstellungsbild eines gelben Mantels bis zu gleicher Deutlichkeit erheben.

[1] Man vergleiche hierzu z. B. Parish, *Über die Trugwahrnehmungen*, Leipzig 1894, S. 138 ff.

(Schlufs folgt im nächsten Heft.)

(Aus der physikalischen Abteilung des Physiologischen Instituts
zu Berlin.)

Die ophthalmoskopische Erkennbarkeit des Sehpurpurs.

Von

Dr. GEORG ABELSDORFF
in Berlin.

(Hierzu Tafel I.)

Unter den lichtempfindlichen Organen der Tierwelt zeigen den niedrigsten Grad der Vollkommenheit die kleinen Pigmentflecke (Ocellen), welche bei manchen Medusen gewissermafsen als Vorstufe von Augen vorhanden sind und einen Komplex fadenförmiger Zellen, die von pigmentierten Epithelzellen umgeben sind, darstellen. Zur Deutung und Bezeichnung dieser Gebilde als „Augenfleck" war wohl die Ansammlung von Pigment wesentlich bestimmend. Denn in der That, wenn man die Reihe der Wirbellosen in ihrer aufwärts schreitenden Entwickelung überblickt, so werden zwar Verteilung und Funktion der Farbstoffe im Auge komplizierter, charakteristisch bleibt aber der Reichtum desselben an Pigmenten.

Dafs auch die höchst entwickelten Sehzellen des Wirbeltierauges durch den Besitz von Farbstoffen ausgezeichnet sind, ist eine Erkenntnis, die sich erst verhältnismäfsig spät Bahn gebrochen hat. In den Innengliedern der Zapfen wurden farbige Ölkugeln bei Reptilien und Vögeln von HANNOVER zuerst beschrieben (1840). Trotzdem im Gegensatze hierzu die Stäbchen fast aller Wirbeltieraugen gefärbt sind, wurde erst mehrere Jahrzehnte später ihre Purpurfarbe von BOLL entdeckt (1876) und als Substrat derselben ein in den Aufsengliedern der Stäbchen enthaltener Farbstoff, der Sehpurpur, von KÜHNE

isoliert. Die stolzen Hoffnungen, die Boll an seine Entdeckung knüpfte, verwirklichten sich nicht. Es zeigte sich bald, dafs weder eine einfache Deutung der Funktion des Sehpurpurs möglich, noch der Sehpurpur mit dem Augenspiegel erkennbar sei. Boll hatte gemeint, man könnte nun den eingetretenen Tod beim Menschen schon durch einen Blick mit dem Augenspiegel aus dem Fehlen des Augenrots erkennen. So richtig die Thatsache an sich ist, dafs mit dem Aufhören der Zirkulation die rote Farbe des Augengrundes erblafst, so war jener Ausspruch doch in zwiefacher Beziehung irrig: erstens ist die Purpurfarbe der Netzhaut von dem Bestehen der Zirkulation und Atmung unabhängig und widersteht kadaverösen Prozessen, zweitens ist der Sehpurpur beim Menschen gar nicht mit dem Augenspiegel erkennbar. Die wenigen Beobachtungen, in welchen die ophthalmoskopische Diagnose des Sehpurpurs behauptet wurde, waren durch den Wunsch der Wahrnehmung veranlafst worden und beruhten auf Täuschung.

Trotz der Bedeutung, die sowohl in physiologischer als in pathologischer Beziehung der ophthalmoskopischen Erkennbarkeit des Sehpurpurs zukäme, nahm man bald von weiteren Versuchen in dieser Richtung mit einer gewissen Berechtigung Abstand. Die anfangs herrschende Begeisterung für die Entdeckung hatte überhaupt allmählicher Vergessenheit Platz gemacht. Gerade in demjenigen Sinnesorgane, dessen adäquater Reiz die Lichtstrahlen sind, war ein äufsert lichtempfindlicher Farbstoff gefunden worden; wenn irgendwo, so schien hier die Beziehung zwischen Anwesenheit der Substanz und Funktion des Organs gegeben und eine teleologische Erklärung nahe zu liegen. Das Fehlen des Sehpurpurs in der Fovea, der Nachweis, dafs auch des Sehpurpurs beraubte Tiere gut sehen können, liefs die Bedeutung desselben für das Sehen zweifelhaft oder zum mindesten untergeordneter, als zuerst vermutet worden, erscheinen. Der Name des Sehpurpurs verschwindet fast gänzlich aus der Litteratur, erst neuerdings wurde er der unverdienten Vergessenheit entzogen, und seine Funktion durch die Arbeiten von Ebbinghaus, König, v. Kries und Parinaud klarzustellen gesucht. Ich selbst wurde hierdurch angeregt, mich mit der bereits scheinbar beantworteten Frage der ophthalmoskopischen Erkennbarkeit des Sehpurpurs noch einmal zu beschäftigen, und habe gezeigt, dafs es möglich ist, den

Sehpurpur mit dem Augenspiegel wahrzunehmen und so sein Verhalten während des Lebens unmittelbar zu beobachten.[1] Ich kann jetzt jene kurze Mitteilung in mehrfacher Beziehung vervollständigen und bin durch die Liebenswürdigkeit des Herrn R. Greeff in Stand gesetzt, das in Betracht kommende Augenspiegelbild durch Zeichnungen zu erläutern. Die Unterstützung Dr. Greeffs war mir dadurch besonders wertvoll, dafs derselbe die Abbildungen nach eigener Anschauung anfertigte und so eine willkommene Bestätigung meiner Beobachtungen lieferte. Dank der gütigen Erlaubnis des Herrn Prof. A. König konnte ich alle Versuche in der physikalischen Abteilung des Berliner physiologischen Instituts anstellen.

Die ophthalmoskopische Sichtbarkeit des Sehpurpurs in besonderen Fällen erschliefst sich leicht dem Verständnis, wenn man sich zunächst die Hindernisse, welche dieselbe gewöhnlich unmöglich machen, vergegenwärtigt.

Haben die in das menschliche Auge eingetretenen Lichtstrahlen die Stäbchen passiert, so werden sie zum Teil vom Pigment absorbiert, die übrigen Strahlen werden, da das Pigmentepithel beim Menschen von reflektierenden Substanzen wie Fetttropfen oder Myeloidkörnern frei ist, erst von den Gefäfsen der Aderhaut und Lederhaut diffus reflektiert, sie haben also beim Austritt aus dem Auge eine zweimalige Absorption durch Blut erfahren. Gewifs waren dieselben Strahlen auch zwei Mal der absorbierenden Wirkung des in den Aufsengliedern der Stäbchen gelegenen Sehpurpurs ausgesetzt, wie sollte aber die Purpurröte von der Aderhautröte isoliert werden können? Und doch kann durch den Blutgehalt der Aderhaut allein nicht die Unmöglichkeit der ophthalmoskopischen Erkennbarkeit des Sehpurpurs erklärt werden. Man eröffne das blutleere tapetumhaltige Auge eines vorher im Dunkeln gehaltenen Säugetiers, am besten das der Katze oder des Hundes, bei welchem die Interferenzfarben des Tapetum am wenigsten störend sind, und betrachte den Augengrund: der Lage des Tapetum entsprechend sieht man eine umschriebene hauchförmige, rötlich schimmernde Färbung. Wäre die Farbe der

[1] Über die Erkennbarkeit des Sehpurpurs von Abramis Brama mit Hülfe des Augenspiegels. *Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin.* 18. April 1895.

von der Stäbchenseite aus betrachteten Netzhaut nicht intensiver, so wäre der Sehpurpur wohl noch länger unentdeckt geblieben. Wodurch wird hier die Deutlichkeit der Wahrnehmung beeinträchtigt? Das Auge ist annähernd blutleer, eine Lichtabsorption durch Pigment findet ebenfalls nicht statt, da das vor dem Tapetum gelegene Retinaepithel des Pigments entbehrt. Somit sind die Bedingungen zur Reflektion der Lichtstrahlen, welche die Stäbchen, also auch den Sehpurpur passiert haben, gewifs gegeben; da man letzteren bei Betrachtung des Auges von vorn nur schwach hindurchschimmern sieht, so wird man zu der Vermutung gedrängt, dafs die absorbierende Schicht nicht hinreichend dick ist, d. h. die den Sehpurpur enthaltenden Aufsenglieder der Stäbchen nicht lang genug sind.

Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht auch folgendes von Coccius angestelltes Experiment, in welchem er die Dicke der absorbierenden Schicht dadurch vermehrte, dafs er eine Reihe von Stäbchen so übereinanderlagerte, dafs die Gesamtheit derselben einen gröfseren Tiefendurchmesser hatte, als die Länge eines Stäbchenaufsengliedes beträgt.[1] „Wenn man das Auge des Stiers, der vor seinem Tode einige Stunden im Dunkeln gestanden hat, exstirpiert und dann mittelst eines Staarmessers odes Bistouris an einer Stelle, einige Linien weit hinter der Cornea, öffnet, so dafs man eine mittelstarke Sonde mit einem Knöpfchen einführen kann, und nun mit einem Planspiegel untersucht, während man die Sonde mit der anderen Hand gegen die Netzhaut führt, so sieht man in dem Moment, wo man die Sonde sanft auf die Netzhaut drückt, eine rote Zone um die Sonde entstehen, die zuweilen gleichförmig ringsum, zuweilen, je nach der Druckrichtung, nur einseitig ist. Schiebt man die Sonde seitwärts und macht eine leichte Falte, so tritt ein rötlicher Streifen auf, dieser kann wieder zum Verschwinden gebracht werden, wenn man die Falte durch die entgegengesetzte Bewegung wieder ausgleicht.“

Aus dem bisher Gesagten ergiebt sich, dafs vor allem zwei Bedingungen erfüllt sein müssen, um den Sehpurpur am Lebenden ohne besondere Eingriffe ophthalmoskopisch wahrnehmen zu

[1] E. A. Coccius, Über die Diagnose des Sehpurpurs im Leben. *Programm d. Universität Leipzig.* 1877.

können: das Licht mufs vom Augenhintergrunde reflektiert werden, bevor es eine Absorption durch das Aderhautblut erfahren hat, ferner darf die Dicke der Purpurschicht selbst nicht unter einen gewissen a priori allerdings nicht genau zu bestimmenden Durchmesser sinken.[1] Um nun den störenden Einflufs der Aderhautröte zu beseitigen, bedarf es gar keiner experimentellen Kunstgriffe, wie sie beispielsweise DIETL und PLENK[2] anwandten, die behufs ophthalmoskopischer Wahrnehmung des Purpurs mit negativem Erfolge beim Kaninchen nach Verblutung aus der einen Carotis Milch in die andere einspritzten. Die Natur hat nämlich selbst schon bei manchen Thieren eine Einrichtung geschaffen, durch welche die Aderhautröte vollständig verdeckt wird, einen reflektierenden Apparat, zu dessen Verständnis noch einmal eine genauere Betrachtung des Tapetum notwendig ist.

Gewöhnlich werden zwei Arten von Tapetum unterschieden, ein Tapetum fibrosum und ein Tapetum cellulosum. Beide gehören der Aderhaut an und liegen, wenn man sich an die übliche Dreiteilung der letzteren in Suprachorioidea, Grundsubstanz (Chorioidea propria) und Choriocapillaris hält, zwischen Grundsubstanz und Kapillarschicht. Beim Menschen liegt der Choriocapillaris zunächst die sogenannte Grenzschicht der Grundsubstanz, ein feines elastisches Fasernetz, das durch eine Endothelmembran von der Choriocapillaris getrennt ist. An die Stelle dieses Netzwerkes treten die Bindegewebsfibrillen des Tapetum fibrosum, und unmittelbar nach aufsen (skleralwärts) von der Endothelmembran liegen ebenfalls die modifizierten Endothelzellen (SATTLER) des Tapetum cellulosum.

Das Tapetum ist also, um das für uns hier Wichtige noch einmal hervorzuheben, nicht etwa nur durch das Retinaepithel,

---

[1] Theoretisch ist noch eine zweite Möglichkeit der ophthalmoskopischen Diagnose des Sehpurpurs gegeben, die sich jedoch praktisch nicht ausführbar erwies. Nach Beobachtungen KÜHNE's (*Untersuch. a. d. physiolog. Instit. d. Univers. Heidelberg* I, 2. S. 180. 1877) fluoresziert die purpurhaltige Netzhaut weifslich blau, die gebleichte weifslich grün. O. BECKER versuchte daher bei einem Manne, dem die Linse extrahiert war, an dem aphakischen, von der Fluoreszenz der Linse befreiten Auge die Fluoreszenz der Netzhaut mit dem Augenspiegel zu erkennen. „Das Licht erwies sich jedoch zu diesem Zwecke als zu schwach, und es wurde nichts erreicht."

[2] *Centralbl. f. d. medic. Wissensch.* 1877.

sondern auch durch eine Blutschicht von den Stäbchen und Zapfen getrennt.

Schreibt man dem Tapetum die Funktion zu, die Sehzellen durch Reflektion der Lichtstrahlen dem zweimaligen Reize derselben auszusetzen und so eine Verstärkung des Sinneseindruckes herbeizuführen, so hat man die Berechtigung, jenem chorioidealen Tapetum ein retinales gegenüberzustellen. Es ist das Verdienst Kühnes, diesen Unterschied zuerst hervorgehoben zu haben. Er hat das retinale Tapetum, das bei manchen Fischen vorkommt, speziell von Abramis Brama, genau beschrieben und auch durch Abbildungen veranschaulicht.[1] Die beiden oberen Dritteile des Augengrundes sind bei diesem Fische von weifslicher, das untere Drittel dagegen von tiefbrauner Farbe. Die weifsliche Farbe ist dadurch bedingt, dafs die Epithelzellen der Retina in Kuppe, Basis und Fortsätzen Guanin enthalten. Ist der Fisch vor Licht geschützt worden, so findet sich Pigment nur in den Kuppen und einer Zone unter den Huträndern, „von welchen auch einige pinselförmige braune Fortsätze in die Basis hineinreichen.“ Nach Belichtung wandert das Fuscin aus den Kuppen in die Basen und Fortsätze hinein, zwischen den in grofser Menge angesammelten ruhenden Guaninkörnchen sich frei hindurchbewegend. Hier ist also, im besonderen nach dem Zurückweichen des Pigments im Dunkeln, die denkbar beste Einrichtung geschaffen, um den Sehpurpur von vorn erkennen zu können. Da die Stäbchen in die Basen der Epithelzellen hineinragen, so liegt dicht hinter den Aufsengliedern der Stäbchen eine reflektierende, undurchsichtige, die Aderhautröte gänzlich verhüllende Decke, welche durch ihren Guaningehalt von gleichmäfsig kreidigem Aussehen nichts von den irisierenden Interferenzphänomenen chorioidealer Tapeta zeigt.

Kühne betont schon, dafs man am eröffneten Auge des im Dunkeln gehaltenen Fisches, soweit das Tapetum reicht, Gelegenheit hat, den Sehpurpur in seiner ganzen Farbenintensität in situ zu erblicken. Hier ist in der That jene erste Bedingung zur ophthalmoskopischen Diagnose des Sehpurpurs verwirklicht, ein grofser Teil der durch die Pupille eingefallenen Lichtstrahlen erfährt eine Absorption durch den Sehpurpur, verläfst die Aufsenglieder der Stäbchen, um sogleich vom reti-

---

[1] Kühne u. Sewall a. a. O. III, 221—277. 1880.

nalen Tapetum reflektiert zu werden, passiert hierauf zum zweiten Male die Purpurschicht, tritt durch die Pupille wieder aus und gelangt in das Auge des Beobachters, nachdem es zweimal ausschliefslich der absorbierenden Wirkung des Sehpurpurs ausgesetzt gewesen.

Glücklicherweise besitzen nun von allen Wirbeltieren die Fische die längsten Stäbchen, so dafs also auch in dieser Hinsicht die Möglichkeit der ophthalmoskopischen Wahrnehmung des Sehpurpurs gegeben ist.

Hier erreicht man auch wirklich das ersehnte Ziel, das Verhalten des Sehpurpurs während des Lebens mit dem Augenspiegel studieren zu können. Ich habe zu meinen Spiegelversuchen Abramis Brama (Bley) und Acerina cernua (Kaulbarsch), den Kühne ebenfalls erwähnt, benutzt, ein sehr schönes Retinaltapetum fand ich ferner bei Lucioperca sandra (Zander), bei welchem es den ganzen Augengrund erfüllt.[1]

Die Begrenzung des Tapetum beim Bley und Kaulbarsch auf die oberen Teile des Auges kann man für mindestens ebenso zweckmäfsig halten, wie die Lokalisation des Tapetum bei vielen Säugetieren auf jene oberhalb des Sehnerveneintritts sich nach aufsen hinziehende Zone, welcher die Fähigkeit des schärfsten Sehens zugeschrieben wird. Da gewöhnlich nur die aus der Tiefe des Wassers reflektierten Lichtstrahlen die oberen Teile des Fischauges erreichen, erscheint gerade hier eine Verstärkung des Sinneseindruckes wünschenswert.

Wie bei jeder Beschreibung des Augengrundes, so ist ganz besonders bei diesen Fischen zu berücksichtigen, ob das Auge vor Licht geschützt war, ob es während des Lebens

---

[1] Die Augen dieser Fische bieten eine günstige Gelegenheit, sich von dem grofsen Vorzuge des jetzt vielfach zu Konservierungszwecken empfohlenen Formalin, die Gewebe durchsichtig zu erhalten, zu überzeugen. Man kann das eröffnete, vor Licht geschützte Auge in 4—10% Formalinlösung aufbewahren und den Sehpurpur ebenso gut wie am frischen Auge von vorn erkennen. Die Farbe des Sehpurpurs wird nicht angegriffen, seine Lichtempfindlichkeit erscheint dagegen herabgesetzt. Härtet man das eröffnete Auge eines Bleys oder Zanders in Alaun, so ist der Sehpurpur, trotzdem seine Farbe erhalten bleibt, von vorn nicht wahrnehmbar, da der Alaunlösung die den meisten Härtungsmitteln gemeinsame Eigenschaft zukommt, die Netzhautschichten so zu trüben, dafs man durch dieselben bis zu der Stäbchen-Zapfenlage nicht hindurchblicken kann.

oder erst nach dem Tode der Wirkung des Lichtes ausgesetzt wurde. Ich hebe dieses deshalb noch ein Mal hervor, weil J. Deyl[1] kürzlich in einer vergleichend anatomischen Arbeit über den Sehnerven bei der Deutung einiger ophthalmoskopischer Befunde von Fischen jene Vorsichtsmafsregeln nicht berücksichtigt hat. Er bemerkte beim Ophthalmoskopieren des Kaulbarschs, Zanders und Bleys ein feuriges oder rosenrotes glänzendes Leuchten besonders der oberen Teile des Augengrundes, das nach seiner Ansicht durch eine gelbliche, gelblichrote, häufig auch rötliche Färbung (Kaulbarsch) der Netzhaut hervorgerufen wird. Wenn auch die Beobachtung des roten Augenleuchtens gewifs zutreffend ist, so ist doch die hierfür gegebene Erklärung nur in sehr bedingter Weise richtig. Die Färbungen, die Deyl hier als der Netzhaut dieser Fische eigentümlich beschreibt, sind in Wirklichkeit durch die Anwesenheit nicht vollständig geblichenen Sehpurpurs bedingt. Die Netzhaut eines im Dunkeln gehaltenen Fisches sieht violett aus; wird dieselbe hinreichend lange dem Lichte ausgesetzt, so wird sie weifslich gelb. Bei unvollständiger Bleichung, wenn die Wirkung des Lichtes nicht intensiv genug war, treten jene rötlich gelben Farbentöne auf, an welchen übrigens, wenn die Belichtung während des Lebens stattgefunden hat, auch das in die Retina eingewanderte Pigment beteiligt sein kann. Dafs die rötlich gelbe Färbung der von Deyl untersuchten Netzhäute sehr widerstandsfähig war, ist eine Erscheinung, welche in dem zuweilen von der Regel abweichenden Verhalten des Sehpurpurs ihre Erklärung findet. Gerade beim Kaulbarsch habe ich öfter beobachtet, dafs die dem Lichte ausgesetzte Netzhaut schnell ihre violette Farbe verlor, an deren Stelle dann eine rötlich-gelbliche oder gelbliche Farbe trat, deren grofse Widerstandsfähigkeit scheinbar gegen die Anwesenheit einer lichtzersetzlichen Substanz sprach; ganz unempfindlich gegen starke Lichtintensitäten war sie jedoch nicht.

Was nun die ophthalmoskopische Untersuchung der Fische betrifft, so nahm ich sie in der üblichen Weise im Dunkelzimmer vor, indem eine gewöhnliche Gaslampe als Lichtquelle benutzt wurde.

---

[1] J. Deyl, Zur vergleichenden Anatomie des Sehnerven. I. Teil. *Bullet. Internation. de l'Académ. des Sciences de l'Empereur Francois Joseph.* Prague. 1895.

Um sich von der Sichtbarkeit des Sehpurpurs sowie seiner Lichtzersetzlichkeit zu überzeugen, genügt es, den Fisch von einem Gehülfen in der Luft halten zu lassen; man beobachtet dann am bequemsten wegen der in der Luft vorhandenen hochgradigen Myopie des Fischauges im umgekehrten Bilde. Will man längere Zeit mit demselben Fische experimentieren, so empfiehlt es sich natürlich, ihn beständig im Wasser zu lassen; um untrügliche Resultate bei Versuchen über Regeneration des Sehpurpurs zu erhalten, ist dies sogar unbedingt erforderlich. Ich benutzte hierzu eine schmale Glaswanne, die so hoch war, dafs der Fisch auf dem Bauche schwimmen konnte. Da durch die dicken und gekrümmten Wandungen der Wanne ein scharfes Bild vom Augenhintergrunde nicht zu gewinnen war, so wurde in dieselbe ein Loch von mehreren Zentimetern Durchmesser gebohrt und dieses durch ein dünnes planparalleles Glas verschlossen. Der Fisch wird nun in der mit Wasser gefüllten Wanne durch Halten mit der Hand oder besser noch durch Einsenken von Glasspalten so fixiert, dafs das Auge sich dicht hinter jener Durchbohrung befindet. Diese Methode ist sowohl für den Fisch als den Beobachter vorteilhaft; durch Ausschaltung der Hornhautbrechung im Wasser wird nicht nur die in der Luft vorhandene Myopie beträchtlich vermindert, sondern auch die durch die Unebenheiten und den starken Astigmatismus der Hornhaut des Fisches bedingte Verzerrung und Undeutlichkeit des ophthalmoskopischen Bildes beseitigt.[1]

Ich will im Folgenden nur den ophthalmoskopischen Befund beim Bley genauer schildern, da es mir in Berlin nicht gelang, Exemplare vom Kaulbarsch oder Zander zu erhalten, deren Auge frei von Hornhaut oder Linsentrübungen war. Ich gewann zwar bei den letzteren einen Überblick über den Augenhintergrund, im besonderen traten die Unterschiede eines purpurhaltigen und des Purpurs beraubten Auges gut hervor, über genauere Einzelheiten blieb ich jedoch im Ungewissen,

---

[1] Dasselbe Prinzip wandte bereits Hirschberg in anderer Form zur Refraktionsbestimmung des Hechtauges an, indem er den pupillaren Hornhautbereich mit Wasser bedeckte und darauf ein Stückchen von einem Deckglas für mikroskopische Präparate legte. (J. Hirschberg, „Zur Dioptrik und Ophthalmoskopie des Fisch- und Amphibienauges." *Du Bois-Reymonds Arch. f. Physiol.* 1882. S. 501.)

zumal hier die Betrachtung schon an sich durch die in den Glaskörper vorspringenden Gefäſse erschwert wird.

Das Auge eines lebenskräftigen Bleys, der 4—5 Stunden im Wasser im Dunkeln verweilt hat, zeigt folgendes ophthalmoskopisches Bild (vergl. Fig. 1):

Die rundlich geformte, etwas längsovale Papille ist von schwärzlicher Farbe, innerhalb deren zarte weiſse Streifen auftreten. Eine Ausstrahlung sehr feiner weiſser Bündel ist auch über die Papille hinaus in die angrenzenden Teile der Netzhaut wahrnehmbar. Die flache nahezu in der Mitte des Sehnerveneintritts gelegene Encavation dient zum Austritt von dreizehn bis sechszehn Gefäſsen, die sternförmig divergierend sich in die Peripherie dichotomisch verästeln. Ein Unterschied zwischen Arterien und Venen tritt nicht hervor. Die Farbe des Hintergrundes in den beiden oberen[1] Drittteilen zeigt ein prachtvolles Rot, das durch einen etwas helleren Ton von dem Rot der Blutgefässe absticht. Benutzt man statt der gelben Lichtquelle einer gewöhnlichen Gaslampe Auersches Gasglühlicht, so tritt die violette Nuance jenes Rot deutlich hervor. Etwas unterhalb der Papille hört die rote Farbe mit scharfer Grenze auf, der Hintergrund nimmt hier schwarze, leicht grünlich schimmernde Färbung an, bei scharfer Einstellung ist das Aussehen getäfelt, indem zwischen den schwarzen Stellen sich kleine weiſse Lücken einschieben. Während die schwarze Farbe dem von Tapetum freien, nur Pigmentepithel tragenden unteren Teile der Netzhaut entspricht, kommt die rote Farbe dem mit Tapetum versehenen Teile zu. Letztere rührt ausschlieſslich von der Anwesenheit des Sehpurpurs her, denn man braucht nur einige Minuten eine Stelle mit dem Spiegel zu fixieren, und die rote Farbe macht an dieser umschriebenen Stelle ziemlich plötzlich einer gelblich-weiſsen Platz. So giebt Fig. 2 das Bild eines Augenhintergrundes wieder, der sozusagen mit dem Augenspiegel nach und nach abgesucht worden ist, so daſs nur eine schmale peripherische Zone von der bleichenden Wirkung des Lichtes verschont blieb und in ihrem leuchtenden Rot gegen den angrenzenden weiſsen Teil absticht, der bei

---

[1] Obwohl ich stets im umgekehrten Bilde ophthalmoskopierte, stelle ich der Einfachheit halber die Verhältnisse so dar, wie sie sich im aufrechten Bilde darbieten würden.

Gaslicht eine Spur gelblicher, in der Zeichnung fortgelassener Beimischung zeigt. Man erreicht diese Abblassung am schnellsten, wenn man den Fisch während des Spiegelns in der Luft halten läſst, da durch diesen für sein Leben so deletären Aufenthalt gleichzeitig die Regenerationsfähigkeit des Sehpurpurs herabgesetzt wird.

Obgleich mir so im Gegensatz zu früheren Untersuchern ein Mittel zu Gebote stand, die Veränderungen des Sehpurpurs am Lebenden direkt zu verfolgen, will ich hier doch nur die Thatsache einfach verzeichnen, daſs der Sehpurpur erblaſste und ein Zwischenstadium von Sehgelb nicht bemerkt wurde, ohne dieser Beobachtung eine entscheidende Bedeutung beizulegen. Ich habe an anderer Stelle [1] das Vorhandensein von Sehgelb bei Tieren überhaupt bestritten und halte die dort angeführten Gründe für so stichhaltig, daſs ich auf die Unterstützung derselben durch den ophthalmoskopischen Befund verzichten kann. Ich bin zwar persönlich überzeugt, daſs mir ein gelbes Zwischenstadium nicht entgangen wäre, indessen, selbst wenn man zur besseren Differenzierung der gelben Farbe statt gewöhnlichen Gaslichts Auersches Glühlicht benutzt, geht die Zersetzung des Sehpurpurs, nachdem sie erst einmal eingeleitet, nicht allmählich, sondern mit solcher Schnelligkeit vor sich, daſs ein Verteidiger der Existenz des Sehgelbs mit einer gewissen Berechtigung bemerken könnte, diese Methode ermögliche nur eine einwandsfreie Beobachtung des Anfang- und Endstadiums der Purpurzersetzung.

Sollte man von der ophthalmoskopischen Erkennbarkeit des Sehpurpurs durch den erwähnten Versuch noch nicht vollständig überzeugt sein, so läſst sich derselbe in mannigfacher Weise mit dem stets gleichbleibenden Resultat variieren, daſs die rote Farbe des Augenhintergrundes beim Bley allein durch den Sehpurpur bedingt wird.

Ein lebenskräftiger Fisch, der mehrere Stunden im Dunkeln gewesen, wird in die bereits erwähnte Glaswanne gesetzt. Vor der Wanne ist in der Höhe des Auges eine Auersche Glühlichtlampe aufgestellt, so daſs der Fisch genötigt ist, direkt in dieselbe hineinzustarren, wenn er auch geringe seitliche

---

[1] E. Köttgen und G. Abelsdorff, Absorption und Zersetzung des Sehpurpurs bei den Wirbeltieren. *Diese Zeitschrift.* Bd. XII. S. 161.

Augenbewegungen macht. Untersucht man nun einen in dieser Weise 20 Minuten lang belichteten Fisch mit dem Augenspiegel in derselben Weise wie den im Dunkeln gehaltenen, so bietet der tapetumfreie Teil des Hintergrundes dasselbe schwärzliche Aussehen, das ich vorher geschildert, der tapetumhaltige dagegen ist von gelblich-weifser Farbe, auf welcher sich scharf die roten Gefäfse abheben. Figur 2 giebt den Gesammteindruck des gleichmäfsigen Weifs gut wieder, bei scharfer Einstellung bemerkt man jedoch in demselben ein feines System schwarzer Linien von gitterförmiger Anordnung. Keine Spur ist mehr von dem vorher erwähnten leuchtenden Rot zu entdecken, das aber nach einer Belichtung von 5 Minuten in der Peripherie noch angedeutet war trotz der grofsen, ein starkes Blendungsgefühl erzeugenden Intensität der Lichtquelle.

Die ophthalmoskopische Wahrnehmung einer durch Licht zersetzbaren Substanz ist hierdurch zur Genüge bewiesen. Ist diese wirklich identisch mit dem Sehpurpur, so mufs bei der bekannten Regenerationsfähigkeit des letzteren der weifse Hintergrund auch wieder in einen roten verwandelt werden können. Es gelingt dieses leicht, wenn man nicht mit dem Belichtungsversuch zugleich die Lebensfähigkeit des Fisches beeinträchtigt. Bei der Belichtung mit Auerschem Glühlicht beispielsweise genügt es nicht, dafs der Fisch im Wasser sei; es mufs auch durch stetigen Ab- und Zuflufs für die Erneuerung des Wassers Sorge getragen werden. Zur Verhütung einer Erwärmung geschieht der Zuflufs zweckmäfsig durch einen auf den Rücken des Fisches fallenden Strahl. Hat man unter diesen Kautelen den Fisch belichtet und sich von der weifsen Farbe des Hintergrundes überzeugt, so lasse man ihn eine halbe bis eine ganze Stunde im Dunkeln, und die weifse Farbe hat im ophthalmoskopischen Bilde wieder der roten Platz gemacht.

Will man sich vor Enttäuschungen bewahren, so benutze man nicht Fische, die schon durch längere Gefangenschaft in ihrer Lebenskraft geschwächt sind und in der sich lange hinziehenden Agone befinden; bei solchen konnte ich auch nach dreistündigem Dunkelaufenthalt noch keine Andeutung einer Regeneration des geblichenen Sehpurpurs bemerken. Man darf von dem „beim Frosche so vorzüglich gelingenden Regenerations-

versuch am intra vitam entpurpurten, nachher exstirpierten, aber nicht eröffneten Bulbus", wie schon KÜHNE betont, keinen Analogieschlufs auf das Verhalten beim Fische machen, bei welchem die Regenerationsfähigkeit des Sehpurpurs in hohem Grade von der Lebensfrische des Tieres abhängig ist.

Ist es mir gelungen, zu beweisen, dafs die ophthalmoskopisch sichtbare Rötung des Hintergrundes durch die Einwirkung des Lichtes erblafst und nach Aufenthalt des Bleys im Dunkeln wiederkehrt, so erübrigt es noch zu zeigen, dafs auch die dritte charakteristische Eigenschaft des Sehpurpurs der mit dem Augenspiegel wahrgenommenen Substanz zukommt: das Fortbestehen derselben trotz des Erlöschens der Zirkulation.

Zu diesem Zweck wird ein Fisch im Dunkeln gehalten, bei rotem Licht getötet und so lange gewartet, als aus dem abgeschnittenen Kopfe das spärlich austretende Blut ausfliefst. Gewifs gelingt es hierdurch nicht, die Gefäfse der Membrana hyaloidea völlig blutleer zu machen, zuweilen erscheinen sie nur verengt, zuweilen sind sie nur an der Stelle ihres gröfsten Durchmessers als schwarze Streifen sichtbar. In keinem Falle hat jedoch die rote Farbe des Hintergrundes etwas an Sättigung eingebüfst. Nach wenigen Minuten der Belichtung tritt dann die weifse Farbe an Stelle der roten ein. Die kurze Zeit, welche hierzu erforderlich ist, ist das einzige von der Erscheinung am Lebenden unterscheidende Merkmal. Wird andererseits ein Bley nach vorausgegangener Belichtung getötet, so sehen die beiden oberen Dritteile des Augengrundes mit dem Augenspiegel betrachtet weifs aus, mögen die Gefäfse noch Blutfüllung zeigen oder nicht.

Es ergiebt sich also, dafs von dem, was BOLL anfangs vermutet, ziemlich das Gegenteil zutrifft. Gerade in denjenigen Fällen, wo man, wie beispielsweise bei Menschen, aus dem Erblassen des Augenhintergrundes auf den Stillstand des Blutkreislaufes schliefsen kann, ist der Sehpurpur ophthalmoskopisch nicht sichtbar, während in den vereinzelten Ausnahmen, wo derselbe mit dem Augenspiegel wahrnehmbar ist, die Blässe des Augenhintergrundes in keiner Beziehung zu den Erscheinungen des Todes steht.

Es ist interessant, dafs BRÜCKE in derselben Arbeit,[1] welche

---

[1] *J. Müllers Arch.* 1845.

durch die Erklärung des Augenleuchtens die Grundlage für die Entdeckung des Augenspiegels bildete, eine Beobachtung niedergelegt hat, die bereits die Möglichkeit der ophthalmoskopischen Erkennbarkeit des Sehpurpurs zeigt. Er beschreibt am Schlusse seiner Abhandlung das Pseudotapet (Tapetum retinale) von Abramis Brama und sagt, dafs dieses „im Leben durch das darüber liegende und bei den Fischen, wie es scheint, sehr starke Gefäfsnetz der Nervenhaut einen Stich ins Zinnoberrote" bekommt. Das Gefäfsnetz ist in der That sehr stark entwickelt, an dem roten Aussehen des Pseudotapet aber, wie im Vorhergehenden gezeigt, gänzlich unbeteiligt. Das, was Brückes scharfer Beobachtung hier zinnoberrot erschien, war nichts Anderes als der erst mehrere Jahrzehnte später entdeckte Sehpurpur.

Über
den Sitz und die physische Grundlage der Affekte.

Von

G. Sergi
in Rom.

I. Um Mifsverständnisse zu vermeiden, ist es zunächst angezeigt, die Terminologie festzustellen.

Unter Affekten verstehe ich diejenigen Phänomene, welche den affektiven Charakter des Schmerzes oder der Lust haben, soweit sie durch Vorstellungen oder durch sinnliche Bilder erzeugt werden; mit dem Namen Gefühle bezeichne ich jedes Phänomen mit affektivem Charakter, durch welche Ursache es auch hervorgerufen wird, sei es durch Vorstellungen oder durch intellektuelle Ursachen — Affekte — oder durch organische, physische Ursachen — physische Lust oder physischer Schmerz.

Der Ausdruck Gefühle ist also der allgemeinere und begreift zwei Klassen in sich: 1) Affekte, 2) physischen Schmerz und physische Lust, welche durch Reize auf die Sinnesorgane oder auf die organischen Gewebe (innere oder Gemeinempfindungen) bedingt sein können.

Aus diesen beiden Klassen von Gefühlen hat man zwei völlig verschiedene und getrennte Phänomene gemacht, wie wenn das eine zu dem anderen in keiner Beziehung stünde. Die Affekte sind als Thatsachen intellektueller Natur mit Sitz und Entwickelung im Gehirn gedeutet worden. Nun sind aber die organischen Beziehungen in jeder Form bei den Affekten sichtbar und durch Bewegungen, die deshalb emotionelle heifsen und ihre Sprache oder ihre Äufserungen vorstellen, leicht zu konstatieren. Man leugnet sie daher auch nicht, erklärt sie aber

als sekundäre und Resonanzerscheinungen. Von CHARLES BELL bis auf SPENCER, DARWIN und andere Psychologen sind die organischen Kundgebungen, die bei den Affekten vorkommen, studiert und als bloſse Wirkungen dieser Affekte aufgefaſst worden.

Allerdings haben HACK TUKE, TODD, MARSHALL, BROWN-SEQUARD die Ansicht ausgesprochen, das verlängerte Mark sei der Sitz der Affekte; doch besitzen diese bedeutenden Gelehrten keine Theorie, mit welcher ihre Hypothese oder Überzeugung verknüpft, oder die durch besondere Erwägungen gestützt wäre. SPENCER selbst versuchte in derselben Gegend den Sitz der Affekte zu finden, aber auch er sah in den Äuſserungen nichts als die Sprache, also die Wirkung der Affekte, d. h. Reflexphänomene, die von dem Affekt abhängen und von ihm hervorgerufen werden.

Ein amerikanischer Psychologe, W. JAMES, und ein holländischer Arzt, LANGE, lenkten ungefähr gleichzeitig die Aufmerksamkeit auf die Art des Entstehens und Erscheinens der Affekte, und seit dieser Zeit, die wenig mehr als ein Jahrzehnt zurückliegt, sind Studium und Analyse der Affekte in eine neue Phase für die Psychologie der Gefühle eingetreten.

LANGE analysiert einige Affekte, die ihren Erscheinungen nach am meisten charakteristisch sind, Trauer, Freude, Zorn, Furcht, zeigt, welche physiologischen Grundphänomene hierbei ausgelöst werden, und stellt zwei im wesentlichen richtige Prinzipien auf:

1) In dem vasomotorischen Zentrum, das in dem verlängerten Mark liegt, giebt es ein Zentrum für die Affekte, welches durch Empfindungen und Vorstellungen erregt werden und die Affekte hervorbringen kann;

2) die unmittelbaren physischen Kundgebungen des Affekts sind eine je nach den verschiedenen Affekten verschiedene Veränderung der vasomotorischen Funktionen; die übrigen physischen Kundgebungen, welche die Affekte begleiten, rühren von vasomotorischen Störungen her.

JAMES spricht ebenfalls einen in der Hauptsache richtigen Grundsatz aus, bleibt aber unklar und unbestimmt und schlieſst prinzipiell die ästhetischen Gefühle aus, bei denen er die ihnen mit allen anderen Affekten gemeinsamen Züge nicht zu erkennen vermochte. Dagegen kommt LANGE zu einer Auf-

fassung von grofser Wichtigkeit, wenn er, allerdings schematisch, darzulegen versucht, zwischen Gefühlen, die auf organische physische Reize zurückgehen, und Gefühlen idealen Ursprungs sei keine absolute Scheidung zuzugeben.

Heute heifst die neue Theorie der Affekte die LANGE-JAMESsche; meines Erachtens jedoch mit Unrecht, da JAMES keineswegs behauptet hat, die Theorie halten zu können, sondern vor den Einwürfen der Gegner zurückgewichen ist und sich widersprochen hat[1]: man sollte sie nur LANGEsche Theorie nennen.

II. Um den Sitz und die physische Grundlage der Gefühle zu ermitteln, mufs man notwendig die Erscheinungen vom physiologischen Gesichtspunkt aus analysieren; die reine Psychologie leistet uns wenig oder nichts, vielmehr läfst sich behaupten, dafs sich die Psychologie der Gefühle auf quantitative und qualitative Unterschiede beschränkt, während die Psychologie des Verstandes an mannigfaltigen und assoziierten Phänomenen reich ist. Vielleicht ist aus diesem Grunde die Psychologie der Gefühle, im Vergleich mit der anderen vielfach behandelten, auf einem elementaren Standpunkt zurückgeblieben, auch wenn man von ihrer physischen Grundlage absieht.

Die physiologische Untersuchung zeigt uns, dafs sich bei schmerzerzeugenden Reizen je nach deren Intensität und Dauer folgende Phänomene finden: Stillstand oder Verlangsamung der Herzbewegungen, Stillstand oder Verlangsamung der Atmung, mehr oder minder tiefgehende Veränderungen beider in der Form; Sinken der Temperatur; Störungen in den Ausscheidungen, Unterdrückung oder Übermafs derselben; Störungen in den allgemeinen Verdauungsfunktionen; schneller oder langsamer Tod in den äufsersten Fällen. Und zwar treten diese Erscheinungen in verschiedenen Abstufungen und entsprechend den verschiedenen Affekten und Schmerzen physischen Charakters auf, d. h. je nach der Beschaffenheit des physischen oder idealen Reizes, welcher den Schmerz hervorruft.

Die Experimentalpsychologie hat bewiesen, dafs sich die fundamentalen Störungen in den Herz- und Atmungsbewegungen auch bei Tieren, denen man das Gehirn ausgenommen hat, einstellen, während die Unterdrückung des psychischen Schmerzes

[1] Cfr. *Psychol. Rev.*, 1894.

durch Anästhetica auch das Herz- uud Atmungsphänomen ausfallen läfst: das lehrt, dafs die beiden Thatsachen, die eine psychischer, die andere physiologischer Natur, unlösbar verbunden sind, und berechtigt zu der Behauptung, der Grund der einen sei auch der Grund der anderen.

Das Ergebnis der Beobachtungen über die schmerzerzeugenden Phänomene ist folgendes: der Schmerz geht zunächst aus einer äufseren Erregungsursache als erster, das Phänomen bestimmenden Bedingung hervor, sodann aus einer anderen, die ich innerlich nennen möchte, nämlich einer kürzeren oder längeren, plötzlichen und heftigen oder langsamen und anhaltenden Störung der vitalen Ernährungsfunktionen. Der Schmerz wird also nur dadurch intellektuell, dafs er eine bewufste, von dem Leidenden wahrgenommene Thatsache wird, hat aber im Grunde einen von den Erscheinungen des Intellektes verschiedenen Charakter; mit anderen Worten: das eigentliche Gehirn nimmt blofs als Organ des Bewufstseins teil, nicht als Organ, das ihn hervorriefe. Vielmehr sind der Schmerz und sein Gegensatz, die Lust, Phänomene der Ernährungsorgane, deren Funktionsstörungen psychischen Charakter erhalten und in der Form von Gefühlen bewufst werden.

Lange hat gemeint, die Affekte hingen von dem vasomotorischen Zentrum ab; doch ist dieses Zentrum zu eng, um die Mannigfaltigkeit der visceralen Erscheinungen des Ernährungslebens erklären zu können. Dagegen hat mich die Analyse zu der Erkenntnis gebracht, dafs der Bulbus rachidicus, wo die Reflex- und automatischen Zentren der Nerven, die das ganze Ernährungsleben regulieren, zusammenlaufen, das Zentrum der Affekte und im allgemeinen das der Gefühle ist. Von diesem Komplexzentrum hängen die Bewegung des Herzens und die der Atmung ab, ferner die Phänomene der verschiedenen Sekretionen, die dem Ernährungsleben dienen, und die anderer, z. B. der Thränen.

Wie wirken nun die Reize auf den Bulbus? Das ist der Kern des Problems. Viele haben behauptet, die physischen und die emotionellen Schmerz- und Lustgefühle wirkten zwar auf die sogenannten Reflex- und automatischen Zentren ein, aber auf indirektem Wege als Ergebnisse der schon erzeugten Phänomene, d. h. als Resonanz- oder als Reflexerscheinungen: die Veränderungen oder Störungen der Herzthätigkeit, der

Atmung, der Ausscheidungen wären sekundäre Wirkungen, nicht Ursachen des Phänomens oder Vorläufer des Phänomens, also nicht primär. Aus meinen Beobachtungen erhellt, dafs diese bulbären Reizungen primär sind, den Gefühlsphänomenen vorhergehen; Schmerz oder Lust treten also dann ein, wenn diese Zentren erregt werden und die Lebensfunktionen modifizieren.

Zum Unterschiede also von der landläufigen Theorie sind die Reize, welche zum Bulbus dringen und Schmerz oder Lust hervorrufen, seien sie nun organische oder ideale, als direkte, nicht als reflektierte aufzufassen, und werden die Folgeerscheinungen, d. h. die Gefühle, auf direktem Wege in den Ernährungsorganen ausgelöst.

Das wird bewiesen: 1. mittelst der Experimentalphysiologie, aus der man ersieht, dafs der Bulbus unabhängig von dem Gehirn und sogar ohne das Gehirn zu funktionieren und die entsprechenden Phänomene zu erzeugen angeregt werden kann; 2. dadurch, dafs der Bulbus nicht nur bei starken Reizen, sondern auch bei schwachen und schwächsten die entsprechenden Wirkungen bei den Affekten ausübt. Die Reflextheorie der Affekte stützt sich auf die Anschauung von der Diffusion der Reize durch einen Überschufs von Energie; wäre dem so, so würden die Reize schwacher Intensität keinen Eindruck auf den Bulbus und die von ihm abhängigen Organe machen: das ist nicht der Fall. 3. Dadurch, dafs das Ernährungsleben im Vergleich zu dem Geistesleben das ursprünglichere ist, wie vom morphologischen Standpunkt aus der Bulbus mit seinen Annexen vor dem höheren Gehirn kommt. Das zeigt nicht nur die Evolution des Nervensystems in der Tierreihe, sondern auch die Thatsache, dafs der Sitz der Lebenszentren im Bulbus liegt und sich trotz der Vermehrung der Gehirnsubstanz niemals verschoben hat; Gleiches lehrt auch die Experimentalphysiologie. In der That kann man die Gehirnsubstanz bei Tieren herausnehmen, wenn nur der Bulbus und die Zentren der organischen Funktionen unverletzt bleiben, und das Tier kann fortfahren, zu leben und sich zu ernähren. Hieraus ergiebt sich ferner, dafs wie das höhere Gehirn, so auch die Intelligenz eine sekundäre Erscheinung auf Grund der Zeit und der tierischen Entwickelung ist, während das Gefühlsleben primär ist, da es mit dem Ernährungsleben in Zusammenhang steht.

Der Bulbus, das Zentrum der Zentren für die Lebens-

funktionen, ist also zugleich das Erregungszentrum für Schmerz und Lust jeglichen Charakters, zu deren Hervorbringung er direkt gereizt wird.

III. Der Entstehungsprozefs der organischen Gefühle oder derer physischen Charakters ist einfach: ein peripherer Reiz in den sensorischen Organen oder den Geweben oder den inneren, visceralen Organen pflanzt sich direkt zu dem Bulbus fort, ohne durch das Gehirn hindurchzugehen; der Bulbus wird in einem oder in vielen nervösen Zentren gereizt, entsprechend der Quantität und Qualität des peripheren Reizes, und überträgt an die abhängigen, innervierten Organe, das Herz, die Atmungsorgane und andere, die besonderen Modifikationen, die sich hieraus ergeben. Es ändern sich der Lauf und der Druck des Blutes, die Atmung und die zugehörigen Funktionen; es ändern sich die sekretorischen Funktionen; mehr oder weniger starke Reize setzen sich durch die motorischen Wege fort; und der ganze Organismus erfährt die Einflüsse solcher Modifikationen. Hieraus entsteht das Gefühl; augenblicklich oder dauernd wie der Reiz ist, sind auch die Wirkungen augenblicklich oder dauernd, können es wenigstens sein; unter Umständen sind sie selbst verhängnisvoll: plötzlicher oder langsamer Tod.

Wäre nicht das höhere Gehirn, und wäre damit auch der Intellekt nicht, so würden die Gefühle auf die rein physischen Charakters beschränkt sein. Da es nun aber Wahrnehmungen, Vorstellungen, Gedanken giebt, so bringen diese Thatsachen, welche zu den Erscheinungen des Intellekts gehören, ähnliche Wirkungen hervor und vermehren die Anzahl der Gefühle.

Die Wahrnehmungen, Vorstellungen, Gedanken wirken auf den Bulbus wie die peripherischen organischen Reize, und es entstehen also dieselben Phänomene, nämlich die Modifikationen und Störungen der Lebensfunktionen. Man braucht nur die Vorgänge beim Zorn, bei der Freude, der Furcht, die durch Vorstellungen oder Wahrnehmungen, Kenntnisse, Erinnerungen u. a. m. hervorgerufen werden, zu beobachten, um zu sehen, dafs dieselben Herz- und Zirkulationserscheinungen, dieselben Atmungs- und Sekretionsstörungen auftreten und auch augenblicklicher oder langsamer Tod durch Kummer und Angst wie durch übertriebene plötzliche Lust erfolgen kann. Ich werde anderswo die bei den Affekten vorkommenden Thatsachen beschreiben und angeben, wie sich physiologisch die Mechanik

der Affekte erklären läfst; Lange hat die wichtigsten Affekte untersucht, ich habe eine vollständigere Darstellung, und zwar für alle Formen der Gefühle, geliefert.[1]

Zwei Gründe, das ist festzustellen, können Gefühle hervorrufen, peripherische organische Reize und Gehirnreize in der Form von Vorstellungen, Gedanken und Ähnlichem; diese beiden Gründe wirken in derselben Art und direkt auf den Bulbus, und die Folgen sind identisch. In dem Charakter und dem Wesen der Gefühle kann also kein Unterschied bestehen, welcher Ursache sie auch ihr Dasein verdanken, seien es nun organische Reize oder ideale. Lange hatte die Richtigkeit dieser in der besonderen Phänomenologie aller Gefühle nachweisbaren Behauptung eingesehen.

Ich mufs hier hervorheben, was ich an einem anderen Ort mit Bezug auf die Gefühle physischer Natur bemerkt habe. Sie werden nämlich allerdings durch Reize auf die sensorischen Organe hervorgerufen, letztere veranlassen aber nicht alle in der gleichen Weise die Entstehung von Gefühlen. Nur durch diejenigen Sinnesorgane (Haut und Schleimhaut des Mundes und der Nase), welche sich in der Struktur den inneren Geweben am meisten nähern, erhält man eine gröfsere Anzahl Gefühle, während sämtliche Gewebe zur Erzeugung des spezifischen Schmerzgefühls, wie die inneren Organe, geeignet sind. Die Haut, sodann der Geschmacks- und der Geruchssinn sind diejenigen Organe, welche Gefühle ergeben; das Gesicht und das Gehör aber ergeben als einfache sensorische Organe wenige oder keine und darum nur seltene Schmerz- und Lustempfindungen. Mit anderen Worten: die hervorragend perzeptiven Sinne verursachen sehr wenige Empfindungen mit affektivem Charakter, während die minder perzeptiven, den Funktionen der inneren Organe des Ernährungslebens näherstehenden Sinne reicher an affektiven Charakteren sind. Die Haut, welche auch einen feinen Perzeptivitätssinn enthält, ist in ihren Funktionen sehr kompliziert; man kann sie als einen Komplex sensorischer Organe hinstellen, durch deren einige sie grofser Affektivität fähig ist. Das wird durch Erfahrung und Beobachtung deutlich bestätigt.

---

[1] Cfr. Lange, *Über Gemütsbewegungen.* Leipzig 1887.
Sergi, *Dolore e Piacere.* Milano 1894.

IV. Von einer Klasse von Gefühlen möchte ich noch sprechen, die einen hohen emotionellen Wert besitzt, und für welche die Psychologie bisher keine befriedigende Erklärung gegeben hat: ich meine die ästhetischen Gefühle; auch diejenigen, speziell JAMES, welche LANGES Auffassung über die physische Grundlage der Affekte beigetreten sind, haben diese Gefühle von der angenommenen allgemeinen Theorie ausgeschlossen.

JAMES teilt irrtümlich die Affekte ein in gröbere (coarser) und feinere (subtler). Bei der ersten Kategorie scheint ihm die Richtigkeit des ausgesprochenen Grundsatzes evident; bei der zweiten, welche die moralischen, intellektuellen und ästhetischen Affekte in sich begreift, glaubt er zu finden, sie seien mehr formal (im HERBARTschen Sinne) als real. Nur gesteht er bei den ästhetischen zu, daſs manchmal bei den musikalischen Empfindungen als sekundäres Lustgefühl das von den visceralen Veränderungen herrührende hinzutreten könne.

Das ist völlig ungenau und kommt von ungenügender Untersuchung und Deutung; die ästhetischen Affekte unterscheiden sich in nichts von den Affekten des gewöhnlichen, täglichen Lebens und bilden keine Ausnahme von dem Prinzip, da sie auf demselben Wege und durch dieselben emotionellen Zentren erhalten und hervorgebracht werden.

Es ist hier nicht der Ort, die Richtigkeit dieser Behauptung darzuthun; ich verweise jedoch diejenigen, welche sich für den Gegenstand interessieren, auf mein Buch *Dolore e Piacere* (Mailand 1894), wo ich die hauptsächlichsten ästhetischen Gefühle analysiert und gezeigt habe, wie sie in dieselbe Ordnung wie die übrigen Gefühle des täglichen Lebens gehören.

Ich habe nachgewiesen, daſs das Wesen der ästhetischen Gefühle gerade in visceralen Veränderungen wie bei den heftigsten Affekten besteht, daſs sich bei ihnen dieselben Modifikationen der Lebensfunktionen, dieselben Erscheinungen in ihren Äuſserungen, dieselben Wirkungen der Depression oder Exaltation wie bei allen anderen Affekten finden. Der charakteristische Unterschied zwischen den ästhetischen und den übrigen Gefühlen ist der, daſs jene künstlich, fiktiv erzeugt werden, aber die emotionellen Phänomene des wirklichen Lebens reproduzieren.

Aus der Analyse der ästhetischen Gefühle und der Gründe

ihrer Entstehung ergiebt sich eine andere, für den Psychologen und für die Physiologie der Gefühle nicht weniger interessante Thatsache. Jene stammen nämlich direkt von perzeptiven Empfindungen her, speziell denen des Gesichts und des Gehörs, Organen, die, wie oben gesagt, fast nichts in der Reihe der Gefühle physischen Charakters leisten, während sie ein Mittel sind, Vorstellungen hervorzurufen, die nachher Affekte erregen können.

Bei Erzeugung der ästhetischen Gefühle haben diese beiden Sinnesorgane primäre Bedeutung und beweisen, daſs der Name ästhetisch (*αἴσθησις*) gerechtfertigt ist; d. h. daſs jene den Charakter der Sensibilität tragen, nicht den der Intellektualität, wie man gewöhnlich meint. Die Intellektualität bei einigen von ihnen wie auch bei den anderen Affekten braucht man nur in der Erregungsursache, nicht in dem Charakter des Phänomens zu suchen. Die Erzeugung des ästhetischen Gefühls ist sensibel im wahren, tiefen Sinne des Wortes, ist auſserintellektuell wie bei jedem Affekt.

V. Der Mechanismus beim Erscheinen der emotionellen Phänomene ist sehr kompliziert; er bildet mit den Kundgebungen des Lebens und dem Streben der tierischen Organismen nach Selbsterhaltung als Individuen wie als Gattung ein organisch zusammengesetztes Ganzes. Daher sind die Affekte eng verbunden mit den Bewegungen, die die Verteidigung und Erhaltung des Lebens bezwecken, und mit diesen Bewegungen zusammen erscheinen sie als ebenso viele instinktive Formen, wie wenn kein Bildungsprozeſs stattgefunden hätte, während sie sich doch in dem Anpassungsprozeſs an die Daseinsbedingungen, die physischen wie die organischen, konstituiert haben. So entstehen die beiden Reihen von Gefühlen, physische und ideale, die nur nach den Ursachen, die sie erregen, verschieden, aber in ihren Charakteren und ihrem Wesen identisch sind, mit dem Organismus und entwickeln sich je nach den besonderen individuellen und sozialen Bedingungen, während sie sich auf das Leben als eine von dessen notwendigen Funktionen beziehen.

Die ganze Theorie läſst sich also in zwei Grundprinzipien zusammenfassen:

1. Das Zentrum der Affekte ist nicht das eigentliche Gehirn, die Basis der intellektuellen Phänomene und des Bewuſst-

seins der psychischen Phänomene jeder Ordnung, sondern das verlängerte Mark. Das Gehirn als Organ des Denkens verhält sich zu den Affekten wie die Sinnesorgane und die Gewebe, welche zur Erzeugung des Schmerzes und anderer Formen des Gefühls fähig sind, d. h. als einfaches Erregungsorgan vermittelst der Vorstellungen, Erinnerungen u. a. m., also als äufseres Organ gegenüber dem Bulbus. Die einzige Funktion, durch die sich das Gehirn an den Affekten, wenn diese erscheinen, beteiligt, ist das Bewufstsein, d. h. die psychische Offenbarung des Phänomens; diese Thatsache ist ihnen auch mit den Gefühlen organischen, peripherischen Ursprungs gemeinsam.

2. Ein anderes Prinzip besagt: Der Sitz und die physische Grundlage der Affekte ist gleich der der organischen Gefühle peripherisch, da beide mittelst der peripherischen Nerven des mit dem Sympathicus verbundenen zerebrospinalen Systems und aufserhalb des Gehirnzentrums oder des Gehirns erzeugt werden. Wenn wir das Gehirn als das hauptsächlichste Nervenzentrum und die Organe des Ernährungslebens dem Gehirn gegenüber als äufsere und peripherische ansehen, so ist jedes Gefühlsphänomen peripherisch. Das Gefühlsleben konzentriert sich zwischen dem Bulbus und den Organen der Lebensfunktionen, und aus diesem Grunde möchte ich die neue Theorie der Affekte wegen ihres Sitzes und ihrer physischen Grundlage die peripherische Theorie nennen, während diejenige, welche auf die intellektuellen Phänomene Bezug nimmt, die zentrale Theorie der seelischen Erscheinungen sein würde.

Da sich endlich die Zentren des vegetativen Lebens im Bulbus befinden und dieser das gemeinsame Zentrum für die Gefühle jeglichen Charakters ist, welches direkt durch jede Zustandsveränderung erregt werden kann, sei es durch die peripherischen Wege — besondere und Gemeinempfindungen —, sei es durch die Gehirnwege — Vorstellungen, Bilder, Erinnerungen —; so läfst sich feststellen, dafs das Zentrum des Lebens oder der Lebensphänomene auch das Zentrum der Affekte ist, und diese entsprechen der wahren, ursprünglichen Funktion, dem Schutze des Lebenden.[1]

---

[1] Cfr. Sergi, *Origine dei fenomeni psichici e loro significazione biologica.* Milano 1885. — *Dolore e Piacere*, s. oben.

Quantitative Untersuchungen über die Zöllnersche und die Loebsche Täuschung.

Von

G. Heymans
in Groningen.

(Mit 18 Figuren im Text.)

Die Untersuchungen, über welche im Nachfolgenden berichtet werden soll, hatten ursprünglich nur den Zweck, durch möglichst exakte und vollständige Herbeischaffung quantitativen Materials eine Erklärung der Zöllnerschen Täuschung entweder zu erreichen oder doch vorzubereiten. Erst als ich im Laufe der Untersuchung auf die Verwandtschaft der Loebschen mit der Zöllnerschen Täuschung aufmerksam wurde, erschien es notwendig, jene in den Kreis der Experimente mit hinein zu ziehen.

Der Apparat, den ich bei der Mehrzahl meiner auf die Zöllnersche Täuschung sich beziehenden Versuche verwendete, ist folgenderweise eingerichtet (Fig. 1). Ein quadratisches, nur links oben schief abgeschnittenes Holzbrett von 50 × 50 cm. *ABCDE* trägt an der Rückseite einen Metallstreifen *GH*, der um einen Punkt *J* drehbar ist. Die (in der Figur allein sichtbaren) beiden Enden des Streifens sind rechtwinklig nach oben umgebogen; das eine ragt links oben, das andere durch einen schmalen Ausschnitt *KL* über das Brett hervor; beide sind durch einen nahe an der Oberfläche des Brettes gespannten Gummifaden *GH* mit einander verbunden. Wird also der Metallstreifen um seinen Befestigungspunkt *J* gedreht (wozu derselbe bei *H* mit einem gezahnten Metallstück verbunden ist, auf welches der Knopf *M* mittelst eines Zahnrades wirkt), so

führt der Gummifaden eine gleiche Drehung aus, deren Gröfse man auf einer in mm eingeteilten Metallplatte *N* ablesen kann. Deckt sich der Gummifaden mit dem Nullpunkte der Einteilung, so ist seine Richtung mit derjenigen zweier anderer Gummifäden *O P* und *Q R*, welche in verschiedener Entfernung (2, 2.5, 3 und 3.5 cm) von dem mittleren Faden unbeweglich

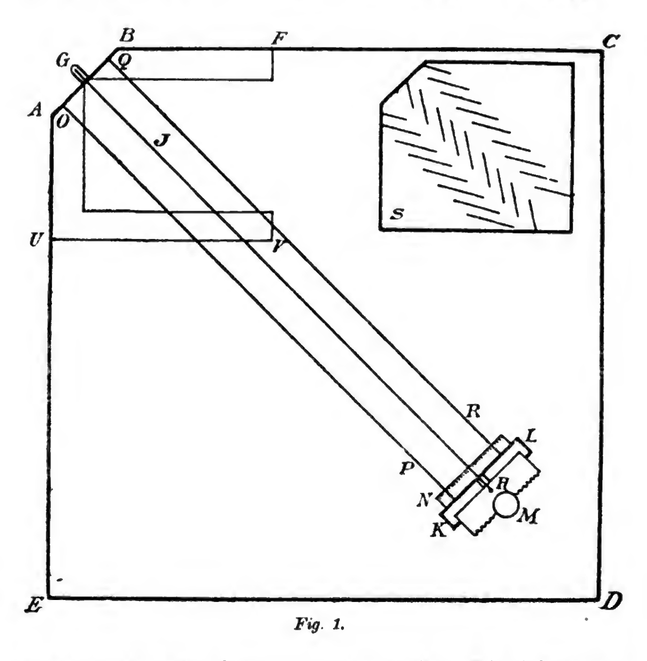


Fig. 1.

ausgespannt werden können, genau parallel. Die linksoberen Teile dieser drei Fäden vertreten die Hauptlinien einer Zöllnerschen Figur; die Querstriche zu dieser Figur sind in verschiedenen Gröfsen, Richtungen und Entfernungen auf weifsen Kartonblättern *S* gezeichnet, welche in einen dünnen auf das Brett befestigten Metallrahmen *F B A U V* unter die Hauptlinien hineingeschoben werden. Ist ein Blatt eingeschoben, so sieht man also eine aus drei Hauptlinien und zugehörigen

Querstrichen bestehende Zöllnersche Figur, in welcher die seitlichen Hauptlinien einen festen Stand haben, die mittlere aber um einen der Mitte der Figur entsprechenden Punkt gedreht werden kann. Während der Versuche wurden diejenigen Teile der Fäden, welche aufserhalb der Figur liegen, durch einen Deckel aus schwarzem Karton für die Versuchsperson unsichtbar gemacht. — In Vergleich mit den von Zöllner selbst und von Thiéry verwendeten Apparaten hat der eben beschriebene den Vorzug, dafs die die Täuschung bedingenden Querstrichsysteme sich in beliebiger Anzahl und Verschiedenheit herstellen und während der Versuche schnell und bequem wechseln lassen. Die Verwendung von gespannten Gummifäden für die Hauptlinien sichert die bleibende Geradlinigkeit derselben; die beträchtliche Länge dieser Fäden (40 cm von *J* bis zur Einteilung) gestattet, indem die abzulesenden Täuschungsbeträge sich entsprechend vergröfsern, eine sonst nicht erreichbare Genauigkeit der Messung.

Die Versuche wurden nun so eingerichtet, dafs, nachdem ein bestimmtes Kartonblatt eingeschoben war, der mittlere Faden zuerst nach der einen, sodann nach der anderen Seite möglichst weit aus der Mittelstellung entfernt wurde und die Versuchsperson jedesmal durch Drehung des Knopfes *M* die Parallelität der drei Fäden wiederherzustellen suchte. Die Abweichung wurde in mm, senkrecht zur Normallage der Fäden, abgelesen; der so erhaltene Betrag, durch die konstante Entfernung des Drehpunktes zum Mittelpunkte der Einteilung dividiert, ergab dann die Tangente des Drehungswinkels, aus welcher dieser Winkel selbst ohne weiteres ermittelt werden konnte. — Im übrigen war die Anordnung der Versuche derjenigen der früheren, auf die Müller-Lyersche Täuschung sich beziehenden (*diese Zeitschrift* IX. S. 221—255) vollkommen analog. Die Versuche zerfielen, ähnlich wie dort, in Gruppen; die einer Gruppe angehörigen Figuren wurden sämtlich den nämlichen Personen vorgelegt; und es wurden zur Ermittelung gesetzlicher Verhältnisse nur die Versuchsergebnisse aus Einer Gruppe miteinander verglichen. Die Anzahl der innerhalb jeder Gruppe an den Versuchen sich beteiligenden Personen ist infolge der schwierigeren Transportabilität des Apparates etwas geringer als damals (15 bis 22); dagegen wurden jetzt, wie oben bemerkt, von jeder Versuchsperson zu jeder Figur zwei

Entscheidungen abgegeben. Die Gesamtzahl der mit diesem Apparate gewonnenen und in der vorliegenden Untersuchung verarbeiteten Einzelentscheidungen beträgt 1818. Es wurden keine Versuchsreihen gestrichen. Die Mittelzahlen und die wahrscheinlichen Fehler derselben wurden in gleicher Weise wie früher berechnet.

Fig. 2.

Schliefslich noch ein Wort zur Terminologie. Ich verstehe unter Neigungswinkel den kleineren der beiden Winkel zwischen Hauptlinien und Querstrichen (Fig. 2 : $\angle ABC$); unter Schnittpunktsabstand die Entfernung der Punkte, in welchen zwei benachbarte Querstriche ihre Hauptlinie schneiden (AB); unter Abstand der Querstriche das von zwei benachbarten Querstrichen begrenzte Stück einer zu diesen Querstrichen vertikal stehenden Geraden (AD). Die beiden letzteren Begriffe dürfen demnach nicht verwechselt werden; die Gröfsen, auf auf welche sie sich beziehen, verhalten sich wie die Einheit zum Sinus des Neigungswinkels.

Zunächst wandte sich auch diesmal die Untersuchung der Feststellung rein thatsächlicher Verhältnisse zu. Um den Einflufs des Neigungswinkels zu ermitteln, wurde mit fünf Figuren experimentiert, bei denen derselbe bezw. 15°, 30°, 45°, 60° und 75° betrug; der Abstand der Hauptlinien war überall = 2 cm, der Schnittpunktsabstand = 1.5 cm, die Länge der Querstriche = 2 cm. Das Resultat war folgendes:

Tabelle I (1. Gruppe).

Neigungswinkel in Graden	Anzahl der Beobachtungen	Mittlere Täuschung in Minuten	W. F. derselben in Minuten
15	44	71	4.1
30	44	93	5.8
45	44	58	3.9
60	44	29	2.6
75	44	21	3.0

Das Ergebnis Zöllners, nach welchem die Täuschung bei einem Neigungswinkel von 30° ein Maximum erreicht, wird also durch diese Versuche vollkommen bestätigt.

Die Frage, ob in der That die Gröfse des Neigungswinkels in letzter Instanz das Auftreten dieses Maximums bedingt, war damit jedoch noch keineswegs entschieden. Wenn nämlich, wie in den eben besprochenen Versuchen, bei unveränderter Länge der Querstriche und unverändertem Schnittpunktsabstand der Neigungswinkel sich allmählich vergröfsert, so gehen damit notwendig noch zwei weitere Veränderungen einher: die Endpunkte der Querstriche entfernen sich von der zugehörigen Hauptlinie, um sich den gegenüberliegenden Endpunkten der anderen Querstrichsysteme anzunähern; und der Abstand der Querstriche nimmt zu. Neben der Möglichkeit, dafs die Verschiedenheit der Winkelgröfsen die oben festgestellten Ungleichheiten der Täuschungsintensität bedingt, steht also vorläufig als gleichberechtigt die andere, dafs dieselben von einem jener beiden mit der Winkelgröfse sich ändernden Umstände abhängen. Diese Möglichkeit zu prüfen, wurden die obigen Versuche unter veränderten Bedingungen wiederholt. Der Abstand zwischen den Hauptlinien betrug wieder 2 cm, und es wurde mit den nämlichen Winkelgröfsen wie früher experimentiert; in einer Versuchsreihe waren aber die Querstriche bis zu einer Entfernung von 1 cm von ihrer Hauptlinie (wo sie mit den gegenüberliegenden Querstrichen zusammenstofsen) verlängert; in einer zweiten waren aufserdem die Abstände der Querstriche überall = 0.75 cm gemacht worden. In beiden Reihen werden demzufolge die Querstriche kürzer, wenn die Neigungswinkel sich vergröfsern; in der zweiten nimmt aufserdem bei Vergröfserung des Neigungswinkels der Schnittpunktsabstand ab. Dafür ist aber in der ersten Reihe die Variation des ersteren und sind in der zweiten Reihe die Variationen der beiden früher mit der Winkelgröfse sich ändernden Umstände beseitigt. Es ergaben sich die in Tabelle II (s. S. 106) mitgeteilten Zahlen.

Auch in diesen beiden Reihen handhabt sich also das Zöllnersche Maximum. Bis auf weiteres läfst sich nur schliefsen, dafs nicht die seitliche Ausbreitung oder die gegenseitige Entfernung der Querstriche, sondern dafs ausschliefslich die Gröfse des Neigungswinkels das Auftreten

Tabelle II (1. Gruppe).

	Neigungs-winkel in Graden	Anzahl der Beobachtungen	Mittlere Täuschung in Minuten	W. F. derselben in Minuten
a. Querstriche zusammenstofsend; Schnittpunktsabstand konstant.	15	44	101	4.7
	30	44	106	5.3
	45	44	67	4.2
	60	44	39	3.4
	75	44	21	3.0
b. Querstriche zusammenstofsend; Abstand der Querstriche konstant.	15	44	95	5.1
	30	44	106	5.3
	45	44	77	4.2
	60	44	41	3.3
	75	44	23	2.4

eines Maximums bei 30° bedingt. Dieses Ergebnis wird aber später einzuschränken sein (S. 124 ff.); vorläufig mache ich nur darauf aufmerksam, dafs, wie ein Blick auf die in Tab. III übersichtlich zusammengestellten Zahlen der beiden vorigen Tabellen lehrt, die Verlängerung der Querstriche der Täuschung bei 15° weit mehr als derjenigen bei 30° zu gute kommt, demzufolge in Tab. IIa die Differenz der beiden Täuschungsbeträge schon unter die Summe der zugehörigen wahrscheinlichen Fehler gesunken ist.

Tabelle III (1. Gruppe).

Neigungswinkel in Graden	Länge der Querstriche konstant; Schnittpunktsabstand konstant. (Tab. I)	Querstriche zusammenstofsend; Schnittpunktsabstand konstant. (Tab. IIa)	Querstriche zusammenstofsend; Abstand der Querstriche konstant. (Tab. IIb)
15	71	101	95
30	93	106	106
45	58	67	77
60	29	39	41
75	21	21	23

Über die Abhängigkeit der Täuschung von der Länge der Querstriche und vom Schnittpunktsabstand, welche an zweiter Stelle untersucht wurde, läfst sich aus den bisherigen Versuchen schon einiges ableiten. Vergleicht man nämlich die Zahlen aus Tab. I mit denjenigen aus Tab. IIa, so findet man, dafs Verlängerung der Querstriche überall eine Zunahme der Täuschung mit sich führt, und zwar bei den kleineren Winkeln, wo sie am beträchtlichsten ist, am meisten (die Zahlen für Neigungswinkel von 75° in Tabb. I und IIa beziehen sich auf die nämliche Versuchsreihe, da bei dieser Winkelgröfse die Querstriche bei einer Länge von 2 cm faktisch schon zusammenstofsen). Ebenso ergiebt eine Vergleichung der Zahlen aus Tab. IIa und Tab. IIb, dafs Vergröfserung der Schnittpunktsabstände regelmäfsig eine Abnahme der Täuschung zu stande bringt; denn diese Abstände sind für Winkel von 15° in Tab. IIa kleiner als in Tab. IIb, für Winkel von 30° in beiden Tabellen gleich grofs, für gröfsere Winkel in Tab. IIa gröfser als in Tab. IIb. — Es fragt sich, ob die hier sich ergebenden Abhängigkeitsverhältnisse allgemein und ausnahmslos gelten.

Dieses zu ermitteln, wurden weitere Versuche mit zwölf Blättern angestellt, auf welchen der Neigungswinkel regelmäfsig 30° und der Abstand der Hauptlinien 2.5 cm betrug, die Querstrichlänge aber zwischen 2 und 4 cm, und der Schnittpunktsabstand zwischen 1 und 4 cm wechselte. Die Ergebnisse sind in Tab. IV mitgeteilt und in Tab. V übersichtlich zusammengestellt worden.

Mit Rücksicht auf die ausnahmslose Regelmäfsigkeit, welche sich in diesen Zahlen ausspricht, schien es mir unnötig, durch Fortsetzung der Versuche die wahrscheinlichen Fehler noch weiter herunterzudrücken. In der That beruht der verhältnismäfsig hohe Betrag derselben auch hier, wie bei meiner früheren Untersuchung, auf dem Umstand, dafs sämtliche Täuschungsbeträge bei der einen Versuchsperson viel höher sind als bei der anderen, während doch die Verhältnisse zwischen den auf verschiedene Figuren sich beziehenden Zahlen im grofsen und ganzen sich gleich bleiben. Daher lassen sich denn auch, wenn sämtliche Zahlen jeder Versuchsperson um die mittlere Differenz zwischen den von ihr erhaltenen und den Mittelzahlen vermehrt oder vermindert werden, die wahr-

scheinlichen Fehler auf wenig mehr als die Hälfte der hier eingetragenen Werte zurückbringen.

Tabelle IV (2. Gruppe).

Länge der Querstriche in cm	Schnittpunkts-abstand in cm	Anzahl der Beob-achtungen	Mittlere Täuschung in Minuten	W. F. derselben in Minuten
2	1	42	99	6.2
2	2	42	83	5.6
2	3	42	67	5.0
2	4	42	52	4.5
3	1	42	137	7.0
3	2	42	102	5.1
3	3	42	85	4.8
3	4	42	63	4.7
4	1	42	139	7.4
4	2	42	118	6.2
4	3	42	86	5.2
4	4	42	71	5.4

Tabelle V (2. Gruppe).

Länge der Querstriche in cm	Schnittpunktsabstand in cm			
	1	2	3	4
2	99	83	67	52
3	137	102	85	63
4	139	118	86	71

Als vorläufiges Ergebnis sämtlicher vorhergehenden Untersuchungen verzeichnen wir demnach die Sätze, daſs die Täuschungsintensität erstens bei einem Neigungs-

winkel von 30° ein Maximum erreicht, von welchem sie nach beiden Seiten abfällt, und daſs sie zweitens regelmäſsig zunimmt, wenn entweder die Querstriche verlängert oder die Schnittpunktsabstände verkürzt werden.

Der Verlauf der weiteren, auf eine Erklärung der festgestellten Thatsachen abzielenden Experimente gestaltete sich einigermaſsen anders als früher bei der Untersuchung der Müller-Lyerschen Täuschung. Letztere wurde angefangen und ihrem Abschluſs nahe gebracht, ohne daſs eine leitende Hypothese Richtung und Verlauf derselben bestimmte; nachdem die Maſsverhältnisse der Täuschung bei normalen Figuren festgestellt waren, blieb mir also nur übrig, möglichst entscheidende experimenta crucis zu ersinnen, durch welche die vorliegenden Erklärungshypothesen auf ihren Wert oder Unwert geprüft werden konnten. Bei der Erforschung der Zöllnerschen Täuschung dagegen ging ich von einer bestimmten, im wesentlichen schon von Helmholtz herrührenden Vermutung über den Grund derselben aus, deren Inhalt ich am Schlusse meiner Abhandlung über das optische Paradoxon bereits kurz angedeutet habe (a. a. O. S. 254—255). Hier konnte ich also, nachdem die rein thatsächlichen Feststellungen abgeschlossen waren, die weiteren Versuche sofort nach der zu prüfenden Hypothese einrichten; umsomehr, da diese Versuche, wie sich später zeigen wird, die betreffende Hypothese nicht bestätigen konnten, ohne gleichzeitig die anderen, mit derselben konkurrierenden, zu widerlegen. Dementsprechend habe ich nur über Eine Versuchsreihe und Eine gelegentliche Beobachtung zu berichten, welche ausschlieſslich im Interesse der Prüfung fremder Ansichten mitgeteilt werden; während ich fürs Übrige nur darauf ausging, Thatsachen festzustellen, welche sich in möglichst exakter Weise mit jener Hypothese vergleichen lieſsen.

Die eine Versuchsreihe, von welcher eben gesprochen wurde, ist dazu bestimmt, die von Hering angeführte und später von Guye verteidigte Ansicht, nach welcher die Zöllnersche Täuschung und allgemein die Überschätzung spitzer Winkel aus den Gewohnheiten des perspektivischen Sehens

zu erklären wäre, auf die Probe zu stellen.[1] Die Erfahrung bietet, wie diese Ansicht hervorhebt, zahlreiche Beispiele objektiv rechter Winkel, welche jedoch meistenteils als spitze oder stumpfe sich auf die Netzhaut projizieren; wir gewöhnen uns demzufolge daran, diesen Fehler zu korrigieren und jeden Winkel einem rechten anzunähern, also die spitzen zu überschätzen, die stumpfen zu unterschätzen. — Nun besteht aber ein ganz ähnliches Verhältnis wie zwischen objektiver Rechtwinkligkeit und wahrgenommener Schiefwinkligkeit auch zwischen objektiver Kreis- und wahrgenommener Ellipsgestalt. Auch jene ist uns an zahlreichen Gegenständen gegeben, projiziert sich aber meistenteils als Ellipse auf die Netzhaut; aus den nämlichen Gründen, wie der spitze gegenüber dem stumpfen Winkel, müſste demnach auch die kurze gegenüber der langen Achse einer gegebenen Ellipse überschätzt werden. Ob dem so ist, läſst sich ohne Schwierigkeit experimentell ermitteln. Ich konstruierte mir dazu zwei Apparate, genau so wie die früher bei der Untersuchung der Müller-Lyerschen Täuschung verwendeten eingerichtet; auf das linke, festliegende Blatt des einen war eine liegende, auf dasjenige des anderen eine stehende, übrigens mit jener kongruente Ellipse gezeichnet; und das rechte, bewegliche Blatt enthielt eine durch Ein- und Ausschieben des Blattes variierbare Gerade, welche genau mit der Richtung der horizontalen Ellipsenachse zusammenfiel. Es wurde nun den Versuchspersonen die Aufgabe gestellt, diese Gerade der entsprechenden (kurzen oder langen) Ellipsenachse gleich zu machen. Von vornherein war zu erwarten, daſs in den Resultaten auch die Müller-Lyersche Täuschung mitspielen würde, da ja die Strecke, welcher die gerade Linie gleich gemacht werden soll, beiderseits von einwärts gekehrten Linien umschlossen wird. Aber dieser Einfluſs lieſs sich nach Richtung und Gröſse wenigstens insoweit aus früheren Versuchen bestimmen, daſs er für die Verwertung der Versuchsergebnisse unschädlich gemacht werden konnte. Denn erstens wissen wir, daſs er in beiden Fällen eine scheinbare Verkürzung der Strecke zu stande bringen muſs; zweitens daſs, sofern wir gleiche

[1] Hering in *Hermanns Handbuch der Physiologie* III. 1. Leipzig 1879, S. 580; Guye, De verklaring van de pseudoscopische figuur van Zöllner, *Handelingen van het vierde Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres,* 'sGravenhage 1893, S. 236—239.

Wirksamkeit der täuschungerzeugenden Umstände voraussetzen dürfen, der Täuschungsbetrag der Länge der beurteilten Strecke proportional verläuft (siehe meine Untersuchungen über das optische Paradoxon, a. a. O. S. 233). Achtet man aber auf die Möglichkeit, daſs der verschiedene Verlauf der umschlieſsenden Linien eine Ungleichheit der Täuschungsbeträge bedingen sollte, so scheint diese Ungleichheit doch nur in dem Sinne ausfallen zu können, daſs sie die von Hering und Guye vermutete Wirkung verstärken, nicht daſs sie derselben entgegenarbeiten würde. Denn die nach jener Vermutung zu überschätzende kurze Achse wird von Linien umschlossen, welche steiler aufsteigen, also einem stumpferen Winkel entsprechen, als die Linien, welche die lange Achse umschlieſsen; die Müller-Lyersche Täuschung wird also dort voraussichtlich in geringerer Intensität auftreten als hier; und diese geringere Unterschätzung wird die angebliche relative Überschätzung nicht verdunkeln, sondern eher schärfer hervortreten lassen. Wenn demnach die geplante Versuchsreihe wirklich als Gesamtresultat eine relative Überschätzung der kurzen Achse ergeben sollte, so dürfte daraus noch keineswegs ohne weiteres auf die Wirksamkeit des von Hering und Guye vermuteten Faktors geschlossen werden; umgekehrtenfalls aber dürfte die Unwirksamkeit oder doch die Unmerklichkeit der Wirkung jenes Faktors als erwiesen betrachtet werden. Thatsächlich war nun das Ergebnis ein durchaus negatives:

Tabelle VI (7. Gruppe).

	Anzahl der Beobachtungen	Wirkliche Länge in mm	Mittlere geschätzte Länge in mm	Wahrsch. Fehler derselben in mm	Mittlere geschätzte Länge / Wirkliche Länge
Kurze Achse	20	75.5	66.2	0.96	0.88
Lange Achse	20	95.5	85.9	0.99	0.90

Ich halte es demnach für äuſserst unwahrscheinlich, daſs die Gewohnheiten des perspektivischen Sehens, welche sich in diesem Falle vollkommen wirkungslos erweisen, unter ganz

analogen Umständen eine so bedeutende Wirkung hervorbringen sollten, wie wir sie an der ZÖLLNERschen Figur wahrnehmen.

Die gelegentliche Beobachtung, von welcher oben zweitens die Rede war, stammt aus einem Aufenthalt auf der Insel Norderney im vorigen Jahre. Ich sah dort eine niedrige, treppenförmig an einem Dünenabhang sich hinstreckende Mauer und bekam in ganz auffallender Weise den Eindruck, als ob die horizontalen Platten, welche diese Mauer nach oben abschlossen, in einem der Neigung des Abhanges entgegengesetzten Sinne von der Horizontalen abwichen (Fig. 3). Diese Beobachtung erregte mein Interesse, weil sie mir mit einer Theorie, welche mich gerade damals beschäftigte, derjenigen von LIPPS, unvereinbar erschien. Bekanntlich denkt LIPPS sich den Grund der ZÖLLNERschen Täuschung so, daſs wir die Querstriche als Träger von Kräften auffassen, welche zunächst durch entgegengesetzte Kräfte der Hauptlinien gebunden sind, sodann aber sich frei machen und dadurch auch jene zu freier Wirksamkeit befähigen.[1] Daſs solche Vorstellungen sich uns aufdrängen sollten, ist an und für sich plausibel genug; auch wäre es im Prinzip gewiſs nicht unmöglich, die scheinbare Richtungsänderung der Hauptlinien einer ZÖLLNERschen Figur daraus zu erklären. Aber ich sehe nicht ein, wie sich aus dem nämlichen Grunde auch eine scheinbare Richtungsänderung der Querstriche sollte ableiten lassen. Den Gesetzen des mechanisch-ästhetischen Gleichgewichts, auf welche LIPPS sich beruft, entspricht es ohne Zweifel, wenn die Hauptlinien durch eine scheinbare Abbiegung nach einer Seite die reale Abbiegung der Querstriche nach der entgegengesetzten Seite teilweise kompensieren; aber ebenso sicher widerspricht es denselben, wenn nun die Querstriche ihre reale Abbiegung nach einer Seite durch eine weitere scheinbare Abbiegung nach der nämlichen Seite noch mehr hervortreten lassen. Also: die scheinbare Vergröſserung der von einer Hauptlinie und mehreren Querstrichen gebildeten scharfen Winkel müſste, wenn LIPPS Recht hätte, ausschlieſslich von einer Richtungsverände-

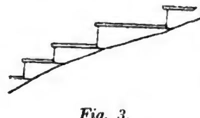


Fig. 3.

[1] LIPPS, *Ästhetische Faktoren der Raumanschauung.* Hamburg und Leipzig, 1891.

rung der Hauptlinie, nicht auch von einer entgegengesetzten Richtungsveränderung der Querstriche herrühren; die Düne dürfte uns durch die angesetzten Mauertreppen etwas steiler erscheinen, aber die Deckplatten der letzteren müfsten entweder ihre horizontale Lage behaupten oder eine derjenigen des Abhanges entsprechende Neigung erkennen lassen. Das Eintreten der entgegengesetzten Täuschung scheint mir darauf hinzudeuten, dafs der wesentliche Grund der hier besprochenen Erscheinungen nicht in den von LIPPS hervorgehobenen Faktoren zu suchen ist.

Die Hypothese, welche die nachfolgenden Untersuchungen beherrscht, läfst sich am einfachsten und verständlichsten in Anschlufs an die von mir vorgetragene Erklärung des optischen Paradoxons entwickeln. Wenn man die Strecke *A B* (Fig. 4) in der Richtung von *A* nach *B* mit dem Blicke abmifst, so drängt sich im Anfangsmoment der Blickbewegung die Vorstellung von entgegengesetzt verlaufenden Bewegungen *A C* und *A D* dem Bewufstsein auf; demzufolge erscheint, wie

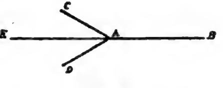


Fig. 4.

ich annehme und zu begründen versucht habe, die wirklich ausgeführte Bewegung von *A* nach *B* durch Kontrast länger als sonst der Fall sein würde. Umgekehrt, wenn man die Strecke *A E* von *A* nach *E* verfolgt, so erscheint die wirklich ausgeführte Bewegung durch die Vorstellung der gleichgerichteten Bewegungen *A C* und *A D* verkleinert. Oder allgemein: die lebhafte Vorstellung einer in bestimmter Richtung verlaufenden Bewegung erzeugt den Schein einer entgegengesetzten Bewegung, welche sich zu einer beliebigen thatsächlich ausgeführten Bewegung algebraisch addiert. Dafs dieser Satz auch gilt, wenn thatsächlich keine Bewegung ausgeführt wird, beweisen zahlreiche optische Täuschungen, wo die durch andauernde Wahrnehmung erzeugte lebhafte Vorstellung einer Bewegung eine Scheinbewegung ruhender Objekte zu stande bringt; also die bekannten Erscheinungen, welche nach längerem Fixieren strömenden Wassers, einer langsam gedrehten archimedischen Spirale, einer Reihe fortwährend zu nichts einschrumpfender und sich wieder erneuernder Rhomben u. dergl. auf-

treten.[1] — Nehmen wir nun an, was von vornherein als wahrscheinlich gelten darf, dafs auch die Ausführung einer zur vorgestellten senkrechten Bewegung diese Wirkungen unverändert bestehen läfst, so haben wir prinzipiell die Erklärung der Zöllnerschen Täuschung in der Hand. Bei der Betrachtung der betreffenden Figur hat man nämlich über die Richtungsgleichheit oder -verschiedenheit der Hauptlinien zu urteilen; man mufs also diese mit dem Blick verfolgen, um das Gleichbleiben oder Nichtgleichbleiben ihrer gegenseitigen Abstände festzustellen. Dabei ziehen aber fortwährend neue Teile der Querstriche die Aufmerksamkeit auf sich und erzeugen, da die physiologische Fixation stets der psychischen zu folgen bestrebt ist, wenigstens die Vorstellung einer seitlichen Bewegung. Während beispielsweise der Blick von *A* nach *B* (Fig. 5) wandert, wird er fortwährend durch rechtsliegende, sich stets weiter von der Strecke *A B* entfernende Punkte zu Rechtsbewegungen von zunehmender Gröfse sollizitiert; es werden also fortwährend Vorstellungen von entsprechenden Bewegungen erzeugt; und es mufs nach dem Vorhergehenden der Schein entstehen, als ob thatsächlich eine Bewegung nach links stattfände. Beim Übergang von *B* nach *C* liegen umgekehrt die ablenkenden Punkte links und in regelmäfsig abnehmender Entfernung von der Strecke der Blickbewegung; hier werden also Vorstellungen von Linksbewegungen abnehmender Gröfse erregt; und es mufs scheinen, als ob auch in diesem Teil der Strecke jeder höherliegende Punkt weniger rechts, also mehr links, läge als der vorhergehende. Die ganze Linie *A C* scheint also nach links zu neigen; und da in der Zöllnerschen Figur jede Hauptlinie mit zugehörigen Querstrichen aus Teilen, welche der Fig. 5 entsprechen, zusammengesetzt ist, mufs sie, besonders im Vergleich mit einer entgegengesetzten Wirkungen unterworfenen

Fig. 5.

[1] Aus den zuletzt erwähnten Beispielen geht hervor, dafs auch wo sämtliche den Prozefs konstituierenden Bewegungen blofs vorgestellt, nicht wirklich ausgeführt werden, die Kontrastwirkung nicht ausbleibt. Daraus dürfte begreiflich werden, was gegen meine Erklärung der Müller-Lyerschen Täuschung angeführt worden ist, dafs dieselbe nämlich auch bei Momentbeleuchtung, welche Augenbewegung ausschliefst, bestehen bleibt. Vergl. das Referat über meine betreffende Untersuchung in den *Klin. Monatsbl. f. Augenheilkde.* Mai 1896.

Nachbarlinie, die bekannte Richtungsveränderung erkennen lassen. Man könnte allerdings glauben, dafs nun auch ein wenig oberhalb *B* liegender Punkt im Verhältnis zu einem anderen etwas unterhalb *B* liegenden scheinbar bedeutend nach rechts rücken und also *A C* sich als eine Zickzacklinie ausnehmen müfste. Dieser Schein ist in der That vorhanden, wenn die Querstriche in Verhältnis zu ihrer Länge weit auseinander liegen, wie leicht zu erkennen ist, wenn man die Hauptlinie in Fig. 6 langsam mit dem Auge verfolgt. Schliefsen sich aber die Querstriche enge aneinander, so verschwindet dieser Schein; wohl deshalb, weil sich jetzt die Wirkungen benachbarter Querstriche miteinander vermischen, sofern sie entgegengesetzte Vorzeichen haben, sich aufheben, und nur sofern sie zusammenstimmen, ihren Einflufs in der Beobachtung geltend machen.

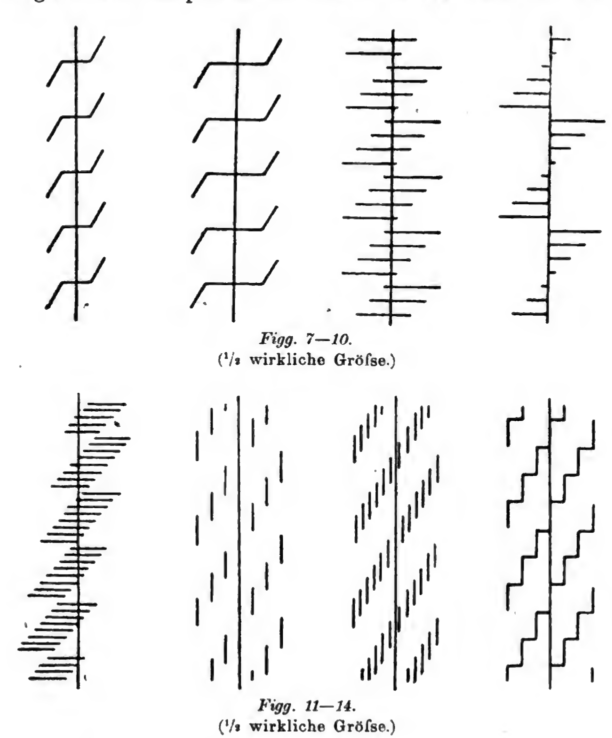
Fig. 6.

Die hier vorgetragene Erklärung der Zöllnerschen Täuschung scheint mir mit der Helmholtz-Loebschen aus „Richtungskontrast" im wesentlichen identisch zu sein.[1] Allerdings haben die betreffenden Forscher nicht so sehr den Bewegungssinn als den Raumsinn der Netzhaut für die vorliegenden Erscheinungen verantwortlich gemacht; wenn aber, wie ich mit Vielen für wahrscheinlich halte, die räumliche Bedeutung der Netzhauteindrücke nur auf assoziierten Bewegungsvorstellungen beruht, so ist der Unterschied nur scheinbar. Jedenfalls wurzeln jene Theorien mit der von mir vertretenen in dem gemeinschaftlichen Grundgedanken, „dafs zwei Punkte oder Linien mit verschiedenen Raumwerten, die gleichzeitig der Aufmerksamkeit unterliegen, sich so beeinflussen, als ob sie sich gegenseitig abstiefsen, wodurch ihr scheinbarer Abstand vergröfsert wird" (Loeb, a. a. O. S. 515).

Von anderen vorliegenden Erklärungsversuchen unterscheidet sich nun der auf diesem Grundgedanken aufgebaute zunächst dadurch, dafs nach ihm dem Winkel, unter welchem Hauptlinien und Querstriche sich schneiden, nur sekundäre, der ungleichen Entfernung, in

[1] v. Helmholtz, *Physiol. Optik*, 2. Aufl. S. 714; Loeb, Über den Nachweis von Kontrasterscheinungen im Gebiete der Raumempfindungen des Auges. *Pflügers Arch.* LX. S. 516.

welcher sich die Teile der letzteren von den ersteren befinden, dagegen primäre Bedeutung zukommt. Ich hielt es für geboten, an erster Stelle diesen Satz in seiner Allgemeinheit zu prüfen. Zu diesem Zwecke zeichnete ich



Figg. 7—10.
(1/3 wirkliche Gröfse.)

Figg. 11—14.
(1/3 wirkliche Gröfse.)

mehrere Figuren, in denen die Querstriche durch andere Linien ersetzt waren, dergestalt, dafs in analoger Weise wie beim Zöllnerschen Muster seitlich liegende, von den Hauptlinien ungleich weit entfernte Teile oder Punkte die Aufmerksamkeit auf sich zogen, ohne dafs jedoch irgendwo eine schiefe Schneidung der Hauptlinien stattfand. Die Art und Weise, wie dies

geschah, läfst sich am einfachsten aus den Figg. 7 bis 14 erkennen, deren jede die Hauptlinie mit zugehörigen Nebenlinien, wie sie auf einem der verwendeten Blätter die mittlere Stelle einnimmt, zur Darstellung bringt. Zu beiden Seiten derselben hat man sich also ein genau symmetrisches System hinzuzudenken, und weiter in der Vorstellung die gezeichneten Hauptlinien durch gespannte Gummifäden zu ersetzen. Die Abstände zwischen den Hauptlinien betrugen bei Figg. 9—11 3 cm, bei den übrigen 3.5 cm; alle weiteren Dimensionen kann man in den Figuren nachmessen. Zur Unschädlichmachung etwaiger konstanter Fehler wurde eine Versuchsreihe ohne Nebenlinien (wo also ein weifses Kartonblatt unter die Hauptlinien hineingeschoben wurde) hinzugefügt.

Tabelle VII (3. und 6. Gruppe).

	Anzahl der Beobachtungen	Mittlere Täuschung in Minuten	Wahrsch. Fehler derselben in Minuten
Keine Nebenlinien	36	1.5	2.6
Fig. 7	30	107	5.3
Fig. 8	30	61	5.6
Fig. 9	36	11	3.5
Fig. 10	36	16	3.1
Fig. 11	36	36	3.7
Fig. 12	30	23	4.1
Fig. 13	30	35	3.7
Fig. 14	30	30	4.4

Das Ergebnis (Tab. VII) ist ein unzweideutiges. Während bei der Versuchsreihe ohne Nebenlinien die mittlere Abweichung wenig mehr als die Hälfte ihres wahrscheinlichen Fehlers beträgt, steigt sie bei den übrigen Figuren, ausnahmslos im Sinne der Zöllnerschen Täuschung verlaufend, bis auf das Drei- bis Zwanzigfache desselben; und auch die absoluten Täuschungsbeträge sind, obgleich im Durchschnitt etwas kleiner, offenbar von der nämlichen Ordnung wie die früher festgestellten. Für das Zustandekommen einer der Zöllnerschen entsprechenden

Urteilstäuschung ist demnach schiefwinklige Schneidung der Haupt- und Nebenlinien nicht erfordert; sondern dieselbe tritt überall auf, wo Elemente der letzteren so gelagert sind, dafs sie beim Verfolgen der Hauptlinien abwechselnd in zunehmender Entfernung an einer Seite und in abnehmender Entfernung an der anderen Seite derselben sich dem Auge darbieten.

Es giebt aber noch andere, bereits bekannte pseudoptische Erscheinungen, welche, mit der Zöllnerschen mehr oder weniger verwandt, kaum eine andere Erklärung als die oben vorgeschlagene zulassen. So verhält es sich z. B. mit einer auffallenden Richtungstäuschung, welche ich der unter dem Titel „*Pseudoptics*“ bei Milton Bradley Co., Springfield, Mass. erschienenen Apparatensammlung entnehme und in Fig. 15 zur Darstellung bringe. Die scheinbare Rechtsneigung der mittleren Vertikale in dieser Figur wird in den jener Sammlung beigegebenen Erläuterungen aus Irradiationswirkungen erklärt: „by irradiation each white square seems to extend into the black square of the other row which it touches“. Dafs aber diese Erklärung nicht richtig sein kann, scheint mir schon daraus hervorzugehen, dafs in der Figur kongruente weifse und schwarze Quadratpaare regelmäfsig wechseln; denn wenn die weifsen Quadrate durch schwarze, die schwarzen durch weifse ersetzt würden, müfsten offenbar alle Irradiationswirkungen sich umkehren; die Figur aber wäre nur verschoben, nicht verändert. Der eigentliche Fehler der erwähnten Erklärung scheint mir aber darin zu liegen, dafs von den Verschiebungen, welche die Teile der mittleren Vertikale durch Irradiationswirkungen in Bezug auf einander erleiden könnten, nur die eine Hälfte in Betracht gezogen, die andere aber vernachlässigt wird. Achtet man blofs auf die Strecke *A B*, so könnte in der That aus Irradiationswirkungen eine Neigung der Mittellinie nach rechts entstehen; betrachtet man dagegen die Strecke *C D*, so müfste offenbar die nämliche Ursache eine ebenso starke Täuschung in umgekehrter Richtung erzeugen.

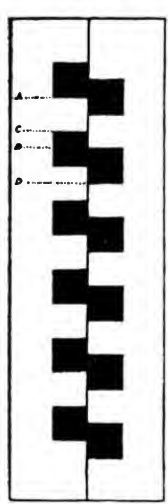


Fig. 15.

Ebenso verhält es sich mit den übrigen Teilen der Figur; die Irradiationswirkungen müfsten demnach entweder sich ausgleichen oder aber das Bild einer im Zickzack hin- und hergehenden Linie zu stande bringen. — Dagegen ist ohne weiteres einzusehen, dafs sowohl die schwarzen wie die weifsen Quadratpaare aus Teilen bestehen, welche in Bezug auf die Mittellinie ähnlich wie die Teile der Querstriche aus einer Zöllnerschen Figur angeordnet sind, und demzufolge nach dem früher erörterten Prinzip eine analoge Täuschung hervorrufen müssen.

Weit interessanter für unsere Untersuchung ist aber eine von Loeb entdeckte Täuschung, welche die thatsächliche Wirksamkeit des hier zur Erklärung verwendeten Faktors gleichsam ad oculos demonstriert und zugleich eine genaue Rechenprobe auf diese Erklärung gestattet. Bei fixierter Kopflage betrachtet man einen rechts parallel zur Medianebene auf dem Tische liegenden Pappdeckelstreifen und versucht, einen anderen ähnlichen Streifen so einzustellen, dafs er in der Verlängerung jenes (etwa 20 cm von ihm entfernt) zu liegen scheint. Wird nun ein dritter Streifen zur rechten oder linken Seite parallel neben den zweiten gelegt, so erscheint dieser zweite nicht mehr als die Verlängerung des ersteren, sondern um 3—6 mm nach links oder rechts verschoben. Die gegenseitige Wirkung zweier paralleler Linien wird demnach von Loeb kurz als eine abstofsende, wodurch ihr scheinbarer Abstand vergröfsert wird, bezeichnet; und er bemerkt, dafs diese Abstofsung nach seinen Versuchen auch stattfindet, wenn die Linien nicht parallel sind, und hierbei die Form eines Richtungskontrastes annehmen kann.[1] In der That läfst sich die Zöllnersche Täuschung, ihrem allgemeinen Charakter nach, aus dem Loebschen Grundversuch als eine notwendige Folgerung ableiten. Wenn eine vertikale Linie durch eine rechtsliegende andere nach links, durch eine linksliegende nach rechts verschoben erscheint, so wird sie, wenn sie in ihrem oberen Teile links, in ihrem unteren Teile rechts eine Linie neben sich hat, oben nach rechts, unten nach links verschoben erscheinen müssen. Eben so verhält es sich aber mit jedem einem Querstriche entsprechenden Teile

[1] Siehe die oben zitierte Abhandlung Loebs in *Pflügers Arch.* LX. S. 509—518

einer Zöllnerschen Hauptlinie; aus der Summierung dieser Teilwirkungen mufs eine Täuschung entstehen, welche wenigstens der Richtung nach mit der Zöllnerschen zusammenfällt. Ob sie auch quantitativ derselben entspricht, bleibt zu untersuchen.

Zur quantitativen Bestimmung der Loebschen Täuschung benutzte ich anfangs einen einfachen Apparat aus Karton, in welchem lose, verwechselbare Blätter in einer Richtung hin- und hergeschoben werden konnten. Senkrecht zu dieser Richtung war auf jedem Blatt eine Linie mit parallelen Nebenlinien gezeichnet, welche also bei Bewegung des Blattes parallel mit sich verschoben wurde; die Versuchspersonen hatten dieselbe möglichst genau in die Verlängerung einer gleichgerichteten Linie zu bringen, welche in einer Entfernung von 13 cm auf dem festen Teile des Apparates angebracht war. Die beiden zu vergleichenden Hauptlinien waren 13 cm lang und 1 mm breit; die Nebenlinien hatten die gleiche Länge, wechselten aber nach Entfernung, Breite und Zahl. Die Täuschungsbeträge wurden an einem auf dem Apparate festgeklebten Streifen Millimeterpapier abgelesen. Obgleich von der Loebschen Vorschrift einer seitlichen Lage der zu beurteilenden Linien Abstand genommen wurde, ergab sich überall eine mittlere Abweichung im Sinne der von ihm beschriebenen Täuschung; die Beträge derselben unter verschiedenen Umständen sind in den Tabellen VIII und IX eingetragen worden. Da jedoch die Kontrollversuche ohne störende Nebenlinien (s. Tab. IX) gleichfalls eine den wahrscheinlichen Fehler übersteigende Abweichung im nämlichen Sinne ergaben, sind die gefundenen Werte wahrscheinlich sämtlich etwas zu grofs. Wo mehrere Nebenlinien verwendet wurden (Tab. IX), waren dieselben in Abständen von je 5 mm zu einer Seite der Hauptlinie angeordnet, und betrug ihre Breite regelmäfsig 1 mm.

Obgleich diese Zahlen, wegen der mit der Messung so kleiner Distanzen verbundenen Schwierigkeiten, keine grofse Genauigkeit beanspruchen können, sind sie doch in mehrfacher Hinsicht instruktiv. Betrachten wir zuerst die mit einer Nebenlinie von 1 mm Breite gewonnenen Resultate, so ergiebt sich in unzweideutiger Weise, dafs die abstofsende Wirkung, welche diese Nebenlinie auf die Hauptlinie ausübt, bei einer Entfernung von etwa 10 mm ein Maximum erreicht, von

Tabelle VIII (4. Gruppe).

Breite der Nebenlinie in mm	Abstand zwischen Haupt- und Nebenlinie in mm	Anzahl der Beob-achtungen	Mittlere Täuschung in mm	Wahrsch. Fehler derselben in mm
1	5	30	0.33	0.18
1	10	30	1.00	0.20
1	15	30	0.77	0.16
1	20	30	0.52	0.16
2	10	30	1.18	0.21
2	20	30	1.23	0.23
4	10	30	1.02	0.18
4	20	30	1.70	0.24

Tabelle IX (4. Gruppe).

Anzahl der Nebenlinien	Anzahl der Beob-achtungen	Mittlere Täuschung in mm	Wahrsch. Fehler derselben in mm
0	30	0.23	0.10
2	30	1.27	0.18
3	30	0.92	0.18
4	30	1.22	0.18

welchem sie nach beiden Seiten ziemlich steil hinabfällt. Dafs es sich ungefähr so verhalten würde, war nach der Kontrasttheorie zu erwarten. Ist die Entfernung zu klein, so ist auch die induzierende Bewegungsvorstellung schwach; ist sie zu grofs, so entzieht sich die Nebenlinie leicht der auf die Hauptlinie gerichteten Aufmerksamkeit. Dafs hierin der Grund für die Abnahme der Täuschung bei gröfseren Entfernungen liegt, wird auch durch die Versuche mit Nebenlinien von 2 und 4 mm Breite sehr hübsch bestätigt. Die Täuschungsbeträge

bei Entfernungen von 10 und 20 mm verhalten sich nämlich bei der geringsten Breite der Nebenlinien ungefähr wie 1 : 0.5, bei der mittleren wie 1 : 1, bei der gröfsten wie 1 : 1.7; die aus der seitlichen Lage sich ergebende Abnahme des Reizes für die Aufmerksamkeit wird offenbar durch die gröfsere Ausdehnung kompensiert und überkompensiert. — Etwas weniger durchsichtig sind die Zahlen, welche sich auf Versuche mit mehreren Nebenlinien beziehen. Soweit die vorliegenden Daten reichen, scheint hierbei diejenige Nebenlinie, welche für sich die stärkste Wirkung ausüben würde, das Gesamtresultat allein zu bestimmen; jedenfalls erleidet der mit einer Nebenlinie in 10 mm Entfernung gewonnene Täuschungsbetrag durch Hinzufügung einer, zweier oder dreier weiterer Nebenlinien keine sicher festzustellende Veränderung.

Jedoch nicht nur an und für sich hat dasjenige, was wir bis jetzt über den Verlauf der Loebschen Täuschung erkannt haben, einiges Interesse; auch für die Erklärung der früher ermittelten, auf die Zöllnersche Täuschung sich beziehenden thatsächlichen Verhältnisse kann es schon etwas leisten. Allerdings nicht so viel, dafs wir aus den zuletzt gewonnenen Zahlenwerten die Notwendigkeit der früher festgestellten nun ohne weiteres ableiten könnten; aber solches zu erwarten, haben wir, so wie jetzt die Sache liegt, auch noch keinen Grund. Wir müssen bedenken, erstens, dafs unsere Zahlen über die Loebsche Täuschung, wie oben angedeutet wurde, nur approximative Geltung beanspruchen können; zweitens, dafs in der Zöllnerschen Figur (wie später ausführlicher zu erörtern sein wird) eine Komplikation der Umstände vorliegt, welche alle Berechnung ausschliefst; drittens und hauptsächlich, dafs eine direkte Vergleichung unserer auf die Loebsche und auf die Zöllnersche Täuschung sich beziehenden Ergebnisse schon mit Rücksicht auf die bisherige Versuchseinrichtung aussichtslos erscheint. Eine solche Vergleichung würde erfordern, dafs erstens Inhalt, Lage und Umgebung der Figuren, sodann aber und besonders auch die den Versuchspersonen gestellte Aufgabe bei der Untersuchung beider Täuschungen eine möglichst gleiche gewesen wäre; statt dessen bedingte aber schon die Einrichtung der verwendeten Apparate eine grofse Verschiedenheit der Umstände, und betraf auch die von den Versuchspersonen verlangte Entscheidung zunächst ganz ver-

schiedene Dinge. Einmal sollten sie über die Parallelität dreier Linien, das andere Mal aber über die Frage urteilen, ob zwei Linien in einer Geraden liegen oder nicht; für jenes Urteil konnten sie auf Abstandsvergleichungen, für dieses dagegen nur auf die Genauigkeit ihres Richtungsgefühles sich verlassen. Dafs die in beiden Fällen begangenen Fehler, selbst wenn sie von der nämlichen Ursache herrühren sollten, sich quantitativ entsprechen müfsten, ist keineswegs als sicher zu betrachten. Unter solchen Umständen kann es sich offenbar nicht darum handeln, nachzuweisen wie die absoluten Zahlenwerte, sondern nur wie die Gesetzmäfsigkeiten der Zöllnerschen Täuschung, nach der hier vertretenen Theorie, sich als notwendige Folgerungen aus den zuletzt festgestellten Verhältnissen ableiten lassen.

Unseren früheren Erörterungen entsprechend, haben wir nun diesem Nachweis folgende Vorstellung zu Grunde zu legen. Die Elementarwirkungen, aus welchen die scheinbare Richtungsveränderung einer Zöllnerschen Hauptlinie resultiert, gehen von den einzelnen Punkten der Querstriche aus; jeder solche Punkt wirkt abstofsend auf die benachbarten Teile der zugehörigen Hauptlinie; indem aber diese Wirkungen für die beiden Hälften eines Querstriches entgegengesetzte Vorzeichen haben und weiter nach Tab. VIII innerhalb gewisser Grenzen mit der Entfernung von der Hauptlinie zunehmen, mufs jeder einem Querstriche entsprechende Teil der Hauptlinie eine Scheindrehung erleiden, und aus der Summierung solcher Teildrehungen geht dann die Gesamtdrehung hervor. Es fragt sich, was diese Vorstellungsweise für die Erklärung der früher festgestellten Abhängigkeitsbeziehungen zu leisten im stande ist.

Was zuerst den Einflufs des Neigungswinkels betrifft (Tabellen I—III), läfst sich wenigstens soviel unschwer einsehen, dafs für sehr kleine und für sehr grofse Winkel die Täuschung kleiner sein mufs als für solche mittlerer Gröfse. Setzen wir zunächst konstante Länge der Querstriche voraus, so nimmt mit der Winkelgröfse die Entfernung der Endpunkte der Querstriche von der Hauptlinie regelmäfsig ab; sobald aber diese Entfernung merklich kleiner geworden ist als diejenige der maximalen Wirksamkeit (Tab. VIII), mufs auch der Täuschungsbetrag geringer werden. Bei Vergröfserung des Winkels von diesem Punkte aus mufs also zunächst eine Zu-

nahme der Täuschung stattfinden; aber diese mufs notwendig bald in eine Abnahme umschlagen. Denn auch wo die Querstriche (wie wahrscheinlich in den unserer Tab. I zu Grunde liegenden Figuren) so kurz sind, dafs bei keiner Winkelgröfse die Entfernung maximaler Wirksamkeit überschritten wird, mufs doch bei gröfseren Winkeln die Gefahr entstehen, dafs die beiden Hälften einer Nebenlinie sich gegenseitig in ihrer Wirkung beeinträchtigen. Im Grenzfall einer vollkommen rechtwinkligen Schneidung der Haupt- und Nebenlinien müfste offenbar der Blick beim Verfolgen der ersteren jedesmal gleichzeitig die nach entgegengesetzten Richtungen hinweisenden Hälften einer Nebenlinie treffen und demnach zwei sich aufhebenden Wirkungen ausgesetzt sein; nimmt nun der Neigungswinkel von 90° allmählich ab, so kann sich dieses Verhältnis nicht plötzlich ändern, sondern die eine Wirkung kann erst nach und nach gegenüber der anderen zurücktreten. — Ist diese Erklärung des Maximums richtig, so müssen sich natürlich die Verhältnisse ändern, wenn die Querstriche verlängert werden; und in der That haben wir in Tab. II gefunden, dafs, wenn die Querstriche bis auf 10 mm Entfernung von der Hauptlinie verlängert werden, die Täuschungsbeträge bei Neigungswinkeln von 15° und 30° sich schon beträchtlich näher rücken. Doch ist hiermit noch nicht viel bewiesen, da erstens dieses Ergebnis auch aus der ungleichen Länge der Querstriche erklärt werden könnte, und zweitens das Nebeneinanderherlaufen mehrerer Querstriche eine Komplikation einführt, welche jede Deutung mehr oder weniger willkürlich macht. Statt also länger bei diesen Zahlen zu verweilen, habe ich vorgezogen, durch eine neue Versuchsreihe die Sache zu gröfserer Klarheit zu bringen. Ich ging dabei von der Erwägung aus, dafs, wenn die Abnahme der Täuschung bei kleineren Winkeln in der That von der geringeren Entfernung der Querstrichsendpunkte von den Hauptlinien herrührt, bei möglichster Ausschliessung von Komplikationen das Maximum um so niedriger liegen mufs, je mehr die Querstriche über einen gewissen Punkt hinaus verlängert werden. Denn die Endpunkte längerer Querstriche müssen schon bei geringerer Gröfse des Neigungswinkels die Entfernung maximaler Wirksamkeit erreichen, als die Endpunkte kürzerer Querstriche. Ich benutzte bei diesen Versuchen wieder den in Fig. 1 abgebildeten Apparat; zur

Verwendung gelangten elf Figuren, bei denen der Abstand zwischen den Hauptlinien regelmäfsig 3.5 cm betrug. Die Länge der Querstriche betrug 2.5, 5 und 10 cm; die entsprechenden Schnittpunktsabstände waren je von derselben Gröfse, wodurch die schwer zu kontrollierende Vermischung der Wirkungen benachbarter Querstriche möglichst ausgeschlossen wurde; dementsprechend war die Anzahl der kleinsten Querstriche für jede Hauptlinie 4, der mittleren 2, der gröfsten 1. Die Neigungswinkel wechselten für jede der verwendeten Querstrichlängen zwischen 7½ und 30 Grad; nur bei der gröfsten Querstrichlänge konnten, mit Rücksicht auf den zwischen den Hauptlinien vorhandenen Raum, keine Winkel über 22½ Grad verwendet werden. Die Ergebnisse sind in Tab. X zusammengestellt.

Tabelle X (5. Gruppe).

Länge der Querstriche in mm	Neigungswinkel in Graden	Anzahl der Beobachtungen	Mittlere Täuschung in Minuten	Wahrsch. Fehler derselben in Minuten
25	7½	40	14	4.4
25	15	40	48	4.1
25	22½	40	92	4.7
25	30	40	100	4.4
50	7½	40	10	3.5
50	15	40	68	4.3
50	22½	40	76	4.9
50	30	40	65	5.0
100	7½	40	16	5.4
100	15	40	62	5.0
100	22½	40	58	3.9

Man sieht, wie das Maximum bei Verlängerung der Querstriche allmählich von oben nach unten wandert. Berechnet man für jede Figur die Entfernung der Querstrichsendpunkte von den Hauptlinien (gleich dem Produkte aus der halben

Querstrichlänge und dem Sinus des Neigungswinkels), so findet man weiter, dafs das Maximum überall demjenigen Betrag derselben entspricht, welcher der aus Tab. VIII entnommenen Entfernung maximaler Wirksamkeit (= 10 mm) am nächsten kommt. Die vorliegende Versuchsreihe darf demnach als eine Bestätigung der aufgestellten Hypothese angesehen werden.

Die beiden anderen im ersten Teile unserer Untersuchung festgestellten Gesetzmäfsigkeiten brauchen uns nicht so lange zu beschäftigen. Dafs in den Versuchen, über welche in Tabellen I—V berichtet wurde, Verlängerung der Querstriche überall eine Zunahme der Täuschung mit sich führte, erklärt sich leicht aus dem Umstand, dafs in diesen Versuchen die Entfernung maximaler Wirksamkeit nirgends überschritten wurde. Denn in den Versuchen aus der 1. Gruppe beträgt der halbe Abstand der Hauptlinien, über welchen die Querstriche nicht hinausgelangen, eben 10 mm; in denjenigen aus der 2. Gruppe wurde nur mit Neigungswinkeln von 30° und mit Querstrichlängen von höchstens 4 cm operiert, woraus sich wieder eine Maximalentfernung von 10 mm ergiebt. Übrigens ist aus Tab. V zu ersehen, dafs die Hinzufügung des vierten Zentimeters zur Querstrichlänge die Täuschung schon um viel weniger, im Durchschnitt etwa um den dritten Teil des Betrages zunehmen läfst, den sie durch die Hinzufügung des dritten Zentimeters gewann; schon hieraus läfst sich vermuten, dafs weitere Verlängerung der Querstriche den Täuschungsbetrag kaum mehr merklich beeinflussen würde. — Ebenso einfach erklärt sich im Prinzip der Einflufs des Schnittpunktsabstandes auf die Gröfse der Täuschung (Tabb. IV, V). Die Frequenz derjenigen Punkte der Hauptlinien, welche Querstrichteile in der Entfernung maximaler Wirksamkeit neben sich haben, ist dem Schnittpunktsabstand umgekehrt proportional; je mehr aber jene Punkte zusammenrücken, je kürzer also die Strecken werden, deren Endpunkte maximalen Wirkungen entgegengesetzten Vorzeichens ausgesetzt sind, um so gröfser müssen die Drehungswinkel erscheinen, um welche diese Strecken ihre Richtung geändert haben. Indem aber die Gesamtdrehung, welche eine Hauptlinie zu erleiden scheint, nach dem Vorhergehenden aus solchen Teildrehungen zusammengesetzt ist, mufs Verkürzung des Schnittpunktsabstandes allgemein eine Zunahme der Täuschung bewirken.

Die vorhergehenden Untersuchungen sind vielleicht dazu geeignet, für die wesentliche Identität der Loebschen und der Zöllnerschen Täuschung ein günstiges Vorurteil zu erwecken; einen strengen Beweis dafür vermögen sie aber nicht zu erbringen. Dafs der bisher betretene Weg überhaupt zu einem solchen strengen Beweise führen könnte, wurde schon früher als äufserst unwahrscheinlich bezeichnet (S. 122). Es wurde damals bemerkt, dafs erstens die Mafsbestimmungen in Bezug auf die Loebsche Täuschung zu ungenau, zweitens die bei der Zöllnerschen vorliegenden Verhältnisse zu kompliziert, drittens und hauptsächlich aber Versuchseinrichtung und Fragestellung bei beiden zu verschieden waren, um eine exakte Vergleichung der gewonnenen Zahlen zu ermöglichen; und es scheint klar, dafs diese Nachteile durch weitere Versuche mit den bisherigen Apparaten kaum beseitigt werden können. Um zu Ergebnissen zu gelangen, welche eine exakte Verifikation der aufgestellten Hypothese gestatten, müfste demnach eine Versuchseinrichtung eingeführt werden, welche folgenden drei Anforderungen genügte:

Dieselbe müfste erstens in Bezug auf die Loebsche Täuschung genauere Messungen ermöglichen. Da die parallele Verschiebung einer Linie nicht so leicht wie die Drehung derselben eine Ablesung in vergröfsertem Mafsstabe gestattet, schien dieser Zweck am einfachsten und sichersten dadurch erreicht werden zu können, dafs die zu beurteilenden Figuren selbst in gröfseren Dimensionen hergestellt würden.

Zweitens müfste die Zöllnersche Täuschung auf die allereinfachsten Verhältnisse reduziert, von allen unnötigen Komplikationen freigemacht werden. Solcher unnötigen Komplikationen, welche in einer der Berechnung sich entziehenden Weise das Gesamtresultat mit beeinflussen, giebt es aber bei der üblichen Einrichtung der Zöllnerschen Figuren verschiedene. Fürs erste werden sämtliche Hauptlinien mit Querstrichen versehen, demzufolge jede derselben nicht mehr ausschliefslich der Wirkung ihrer eigenen, sondern auch derjenigen der den benachbarten Hauptlinien angehörigen Querstriche ausgesetzt ist; was sich vermeiden läfst, wenn blofs jeder zweiten, also bei Verwendung dreier Hauptlinien etwa den beiden äufseren, gleichgerichtete Querstriche angeheftet werden. Sodann er-

wachsen aus der Vielheit der einer Hauptlinie zugeordneten Querstriche mehrere weitere Komplikationen. Ist das halbe Produkt aus Querstrichlänge und Cosinus des Neigungswinkels (Fig. 16 : *A B*) gröfser als der halbe Schnittpunktsabstand, so hat die Hauptlinie an bestimmten Punkten zu beiden Seiten —, ist es gar gröfser als der ganze Schnittpunktsabstand, so hat sie aufserdem an bestimmten Punkten zu Einer Seite mehrere Querstrichteile neben sich, deren Wirkungen sich zu einer schwer berechenbaren Resultante verbinden. Aber auch wo diese Verhältnisse vermieden werden, wird die Gesamtwirkung mehrerer Querstriche schwerlich durch blofse Zusammenfügung ihrer Teilwirkungen zu konstruieren sein. Wie schon früher (S. 115) bemerkt wurde, mufs, so oft ein Querstrich anfängt oder aufhört bemerkt zu werden, eine Tendenz entstehen, die Hauptlinie plötzlich zurückspringen zu sehen; und obgleich diese Tendenz durch die Vermischung der Wirkungen benachbarter Querstriche nicht als solche zum Bewufstsein kommt, wird sie vermutlich in der Gesamtwirkung ihren Einflufs irgendwie zur Geltung bringen. Alle diese Komplikationen sind nur dadurch zu vermeiden, dafs man die Vielheit der Querstriche opfert und für jede Hauptlinie nur einen solchen verwendet. — Schliefslich kann noch, wie früher (S. 124) angedeutet wurde, bei gröfseren Neigungswinkeln eine gegenseitige Hemmung zwischen den Wirkungen der beiden Hälften eines Querstriches stattfinden; demzufolge es erwünscht erscheint, sofern nicht andere Gründe davon abraten, nur mit kleineren Winkeln zu arbeiten. Zusammenfassend sind also bei der Untersuchung der Zöllnerschen Täuschung nur die beiden äufseren Hauptlinien mit je einem Querstrich zu versehen, welcher die zugehörige Hauptlinie unter einem nicht zu grofsen Winkel schneidet.

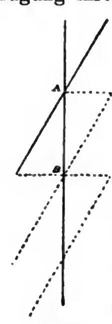


Fig. 16.

D r i t t e n s und zuletzt müfste ein Mittel ersonnen werden, welches gestattete, die Variationen der Loebschen und der Zöllnerschen Täuschung unter möglichst gleichen Bedingungen der Messung zu unterziehen. Dieses läfst sich am einfachsten so erreichen, dafs man, statt der Loebschen Täuschung in ihrer ursprünglichen Gestalt, eine Modifikation derselben untersucht,

welche darauf beruht, daſs die gleichen gegenseitigen Abstände dreier paralleler Linien ungleich erscheinen müssen, wenn etwa die beiden äuſseren durch parallele Nebenlinien eine scheinbare Verschiebung nach einer Seite erfahren. Wird dann durch eine reale Verschiebung der mittleren Linie der Punkt bestimmt, wo die Gleichheit der Abstände wiederhergestellt erscheint, so hat die Versuchsperson, genau so wie bei der Zöllnerschen Täuschung, nur über Abstandsverhältnisse zu urteilen; dergestalt, daſs hier die Abstände der mittleren zu den beiden äuſseren Hauptlinien, dort diejenigen der oberen und unteren Teile zweier Hauptlinien miteinander verglichen werden. Wenn nun auch die Dimensionen und sonstigen Versuchsumstände möglichst gleich gemacht werden, so sind wohl die günstigsten Bedingungen gegeben, um eine exakte Vergleichung der für beide Täuschungen zu ermittelnden Zahlenwerte zu ermöglichen.

Von diesen Erwägungen ausgehend, habe ich einen neuen, sowohl für die Untersuchung der Loebschen als der Zöllnerschen Täuschung geeigneten Apparat anfertigen lassen, welcher in Fig. 17 abgebildet und folgenderweise eingerichtet ist.

Ein starkes Brett von 82×55 cm trägt nahe am Oben- und am Untenrande schmale Metallreifen *AB* und *CD*, auf welchen in der Mitte eine Millimetereinteilung und weiter nach beiden Seiten in Entfernungen von 1 cm kleine stehende Metallstifte angebracht worden sind. Über diese Metallstifte lassen sich lose Kupferreifen *E, F, G, H* von 1 cm Breite in beliebiger Lage und Entfernung aufhängen. Auf halber Höhe hat das Brett eine Rinne mit trapezförmigem Durchschnitt, in welche ein beweglicher Holzstab *JK* genau paſst. Mittelst der Schraube *L* läſst sich dieser Holzstab in der Rinne langsam hin- und herschieben; mittelst einer zweiten Schraube *M* kann ein an dem Holzstab befestigter Metallreifen *NO* um eine Achse *P* um etwa 10° nach beiden Seiten gedreht werden. Der ganze Apparat ist schwarz angestrichen, der Reifen *NO* grau, die anderen grau oder weiſs. Bei den Versuchen wird der Apparat auf eine Staffelei gestellt, in solcher Höhe, daſs er von der etwa 2½ m entfernt sitzenden Versuchsperson bequem übersehen werden kann. Zunächst stellt man nun den Reifen *NO* durch Drehung der Schrauben so ein, daſs er an beiden Enden genau den Nullpunkt der Einteilung anzeigt. Sodann werden zu

beiden Seiten desselben, in gleicher und innerhalb einer Versuchsgruppe konstant bleibender Entfernung, zwei weitere Reifen *E*, *F* vertikal aufgehängt; diese bilden mit jener die Hauptlinien und sind, um einer Verwechselung mit den gleich zu erwähnenden Nebenlinien vorzubeugen, ebenso wie der mittlere Reifen grau angestrichen. Als störende Nebenlinien werden dann in jedem Versuch zwei weiſse Reifen verwendet, welche dazu bestimmt sind, den Schein entweder einer Lageveränderung oder einer Richtungsveränderung der beiden äuſseren Hauptlinien zu erzeugen. Wenn sie nämlich parallel zu und etwa links von den äuſseren Hauptlinien aufgehängt werden (so wie

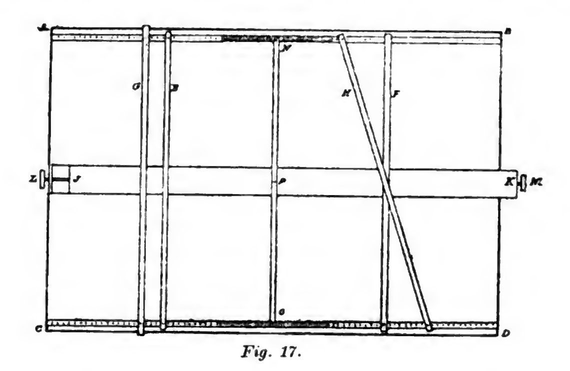


Fig. 17.

G), so müssen diese infolge der Loebschen Täuschung nach rechts verschoben erscheinen; ihre Abstände zur mittleren Hauptlinie werden demnach nicht mehr als gleich wahrgenommen; die letztere muſs (mittelst der Schraube *L*) etwas nach rechts verschoben werden, um die scheinbare Gleichheit der Abstände wiederherzustellen, und die an der Einteilung oben und unten abzulesende Gröſse dieser Verschiebung giebt ein Maaſs für die Intensität der Täuschung. Werden dagegen die beiden weiſsen Reifen so aufgehängt, daſs sie die äuſseren Hauptlinien in der Mitte schneiden (so wie *H*), so erleiden diese eine Richtungsveränderung im Sinne der Zöllnerschen Täuschung; nicht die Gleichheit der Abstände, sondern die Parallelität mit der mittleren Hauptlinie scheint aufgehoben, und diese muſs

mittelst der Schraube *M* um einen als Mafs der Täuschung zu verwendenden Betrag gedreht werden, um diesen Schein wieder zum Verschwinden zu bringen. — Die Untersuchung der beiden Täuschungen findet demnach unter möglichst gleichen Umständen statt; die Täuschungsursachen wirken überall so, dafs sie gleiche Abstände (sei es rechts und links, sei es unten und oben) ungleich erscheinen lassen, und die den Versuchspersonen gestellte Aufgabe ist stets dieselbe, nämlich den Moment zu bestimmen, wo durch Verschiebung oder Drehung der mittleren Hauptlinie die gestörte Gleichheit wiederhergestellt worden ist. Im Interesse der Umständegleichheit mufste hier die für die Intensität der Zöllnerschen Täuschung vorteilhafte Neigung der Hauptlinien zur Medianebene geopfert werden; die Untersuchung der Loebschen Täuschung bei dieser Figurlage führte nämlich zu Resultaten, welche in merklicher Weise durch die Tendenz zur Überschätzung höherliegender Distanzen beeinflufst wurden. Von der Loebschen Bedingung einer seitlichen Lage der Figur wurde auch hier Abstand genommen; in der That wäre bei der vorliegenden Versuchseinrichtung durch das Einhalten dieser Bedingung eine neue Fehlerquelle eingeführt worden, insofern damit die Gleichheit der Sehweite für die beiden zu vergleichenden Abstände notwendig aufgehoben wäre. Bei der Untersuchung beider Täuschungen wurde demnach das Brett vertikal (die Hauptlinien parallel zur Medianebene) aufgestellt und den Versuchspersonen ein Platz gerade gegenüber der Figur angewiesen.

Bei der Ausführung der Versuche stellte sich nun bald heraus, dafs die Messung der Loebschen Täuschung unter den vorliegenden Umständen mit Hülfe ungeübter Versuchspersonen sich schwer bewerkstelligen liefs. Es ist eben nicht jedermanns Sache, von fünf parallelen, in verschiedener Entfernung von einander aufgestellten Streifen drei zur Bestimmung ihrer Abstandsverhältnisse scharf ins Auge zu fassen, ohne dabei (was die Täuschung aufheben würde) von den beiden anderen möglichst vollständig abzusehen. Die meisten Versuchspersonen protestierten demzufolge energisch gegen die Zumutung, unter solchen verwirrenden Umständen die Vergleichung anzustellen; nachdem sie sich aber hatten überreden lassen, erklärten sie bei fast jeder abgegebenen Entscheidung aufs neue, dieselbe sei unsicher, ungenau, innerhalb weiter Grenzen willkürlich

u. s. w.; und die Versuchsergebnisse waren damit in Übereinstimmung, insofern sie zwar der Richtung nach die erwartete Gesetzmäfsigkeit, dem Betrage nach aber die gröfste Unregelmäfsigkeit erkennen liessen. Da also auf diesem Wege nicht mehr zu erreichen zu sein schien, als durch die vorhergehenden Versuche schon erreicht war, habe ich es vorgezogen, bei diesen entscheidenden Versuchen auf die Hülfe ungeübter Versuchspersonen überhaupt zu verzichten, dafür aber die Entscheidungen einer einzigen sehr geübten Beobachterin (meiner Frau) der Rechnung zu Grunde zu legen. Mit Rücksicht darauf sei hier noch einmal ausdrücklich bemerkt, dafs auch diesmal die Versuchsperson im Verlauf der Untersuchung weder von der Hypothese, zu deren Prüfung die Versuche angestellt wurden, noch von den Ergebnissen der vorhergehenden Versuche die geringste Kenntnis hatte und auch während der Versuche in keiner Weise darüber aufgeklärt wurde, ob und inwiefern ihre Entscheidungen vom objektiven Thatbestande abwichen.

Des Näheren waren nun die Versuche folgenderweise eingerichtet. In Bezug auf die LOEBsche Täuschung wurde die scheinbare Abstandsgleichheit zwischen mittlerer und äufseren Hauptlinien bestimmt, einmal ohne störende Nebenlinien, sodann während solche in 2 bis 10 cm Entfernung an einer Seite von und parallel zu den äufseren Hauptlinien angebracht waren; und ebenso in Bezug auf die ZÖLLNERsche Täuschung die Parallelität der drei Hauptlinien einmal ohne, sodann bei Anwesenheit zweier, die äufseren Hauptlinien durchschneidender Nebenlinien, deren Endpunkte oben nach der einen, unten nach der anderen Seite 2 bis 10 cm von den Endpunkten dieser Hauptlinien entfernt waren. Innerhalb jedes Versuches wurde von offenbarer Ungleichheit oder Nichtparallelität ausgegangen; dann durch Verschieben oder Drehen der Mittellinie die Punkte bestimmt, wo die Gleichheit oder Parallelität eben erreicht und wo sie nach einer Seite eben überschritten war; schliefslich durch entgegengesetzte Verschiebung oder Drehung noch einmal die Gleichheit oder Parallelität und die eben merkliche Ungleichheit oder Nichtparallelität nach der anderen Seite festgestellt. Aus dem ersten und dritten (auf die scheinbare Gleichheit oder Parallelität sich beziehenden), sowie aus dem zweiten und vierten (der ebenmerklichen Abweichung nach rechts und links entsprechenden) dieser Werte wurde dann das

Mittel gezogen und aus der Verbindung dieser Mittelzahlen das Gesamtmittel und der wahrscheinliche Fehler derselben berechnet. Die Versuche zerfielen in zwei Gruppen (die 8. und 9.); innerhalb jeder Gruppe wurden für jede Anordnung der Figur zwölf Versuche in der eben beschriebenen Weise angestellt, also 48 Einzelentscheidungen abgegeben; im ganzen liegen $15 \times 48 = 720$ Einzelentscheidungen vor. Für möglichste Variation der Umstände (Lage bezw. Neigung der Nebenlinien nach links oder rechts, Reihenfolge der Einzelentscheidungen innerhalb eines Versuches und der Versuche innerhalb einer Reihe) wurde gesorgt. In Tab. XI wird zunächst nur über die Versuche mit parallelen Nebenlinien berichtet; die Zahlen bedeuten Abweichungen von der Mittellage im Sinne der Loebschen Täuschung; für die Versuchsreihe ohne Nebenlinien deutet das positive Vorzeichen eine Abweichung nach rechts, das negative eine solche nach links von der Mittellage an.

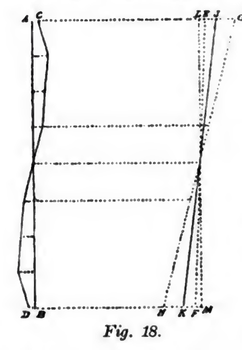
Tabelle XI (8. Gruppe).

Abstand zwischen Haupt- und Nebenlinien in cm	Anzahl der Versuche	Mittlere Täuschung in mm	Wahrsch. Fehler derselben in mm
—	12	— 0.05	0.16
2	12	1.74	0.14
4	12	2.32	0.15
6	12	2.74	0.16
8	12	0.91	0.10
10	12	0.22	0.23

Vergleichen wir diese Ergebnisse mit den in Tab. VIII zusammengestellten, so finden wir eine sehr befriedigende Übereinstimmung. Auch hier steigt der Täuschungsbetrag bei Zunahme des Abstandes zwischen Haupt- und Nebenlinien zuerst an, erreicht dann ein Maximum und geht ziemlich schnell wieder herab. Zwar ist der Abstand zwischen Haupt- und Nebenlinie, bei welchem das Maximum auftritt, jetzt sechsmal gröfser als früher (6 cm statt 1 cm); dafür war aber auch die Sehweite bei jenen Versuchen entsprechend kürzer als bei

diesen (40 bis 50 cm statt 2.5 m). Die relativen Täuschungsbeträge sowie der Modus ihres An- und Absteigens ist in beiden Fällen ziemlich verschieden; was zum Teil von der Individualität der Versuchsperson und von der veränderten Versuchseinrichtung, zum Teil aber auch von der gröfseren Genauigkeit herrühren mag, welche diese Versuche im Vergleich mit den früheren erkennen lassen.

Wenn nun die hier vertretene Theorie richtig ist, so müssen sich aus den obigen Zahlen die mittelst schneidender Nebenlinien beliebiger Neigung zu erzielenden Zöllnerschen Täuschungsbeträge im voraus berechnen lassen. Betrachten wir etwa das Linienpaar *FH* (Fig. 17: S. 130), wo also eine Hauptlinie durch eine Nebenlinie solcherweise durchschnitten wird, dafs die Endpunkte der letzteren sich links oben und rechts unten um 8 cm von den Endpunkten der ersteren entfernen, so hat die Hauptlinie über ihren ganzen Verlauf, in Entfernungen, welche vom Schnittpunkt aus nach beiden Seiten stetig von 0 bis 8 cm anwachsen, Elemente der schrägen Linie neben sich. Die scheinbare Lageveränderung, welche sie durch die abstofsende Wirkung dieser Elemente erleidet, läfst sich für gewisse Punkte, nämlich diejenigen, wo die Entfernung 2, 4, 6 oder 8 cm beträgt, direkt aus Tab. XI ablesen und für die anderen durch Interpolation ermitteln. So mufs im vorliegenden Fall die Hauptlinie, deren halbe Länge 26 cm beträgt, in $\frac{26}{4} = 6.5$ cm Entfernung vom Schnittpunkt um 1.74 mm, in 13 cm. Entfernung um 2.32 mm oben nach rechts, unten nach links verschoben erscheinen u. s. w.; und es ist klar, dafs sie dadurch nicht nur um ihre Mitte gedreht, sondern auch in mehrfacher Weise etwas gekrümmt erscheinen mufs. In Fig. 18 stellt *AB* die wirkliche, *CD* (in starker Übertreibung) die nach Tab. XI konstruierte scheinbare Lage und Gestalt einer solchen Linie dar. Derartige Krümmungen, wie sie die Theorie fordert, wurden nun auch in der That zwar nicht immer, aber doch


Fig. 18.

öfters in der Figur wahrgenommen; sie entziehen sich jedoch einer exakt-experimentellen Prüfung. Unter diesen Umständen ist offenbar die Aufgabe, die gerade mittlere den beiden krumm erscheinenden seitlichen Hauptlinien parallel zu stellen, genau genommen unlösbar; wenn in Fig. 18 die Abstände zwischen den oberen und zwischen den unteren Endpunkten der Hauptlinien scheinbar gleich gemacht werden (EF), so erscheint die Parallelität in der Mitte merklich gestört; während umgekehrt diese nicht bestehen kann (GH), ohne jene Abstände auffallend ungleich erscheinen zu lassen. Die Versuchsperson mufs sich also damit begnügen, eine gewisse mittlere, angenäherte Parallelität herzustellen; sie wird sich für eine Stellung JK entscheiden, bei welcher die äufseren Linienteile in der oberen Hälfte der Figur etwas weiter voneinander entfernt sind als in der unteren, die mittleren Linienteile dagegen in der unteren Hälfte etwas weiter als in der oberen, dergestalt, dafs die beiderseitigen Mehrbeträge sich möglichst die Wage halten. Dies kann aber nur der Fall sein, wenn die Differenzen zwischen den sich entsprechenden Abständen in der oberen und in der unteren Hälfte der Figur eine algebraische Summe = 0 ergeben.[1] Zieht man $LM \parallel AB$, so ergiebt sich demnach:

$$2\,(JL - 0.91) + 2\left(\frac{3}{4}JL - 2.74\right) + 2\left(\frac{2}{4}JL - 2.32\right) + \\ + 2\left(\frac{1}{4}JL - 1.74\right) = 0,$$

woraus folgt:

$$2.5\,JL = 7.71$$
$$JL = 3.08.$$

[1] Ein Freund und Kollege, mit dem ich diese Sache besprach, war der Ansicht, dafs bei der Bestimmung der scheinbaren Parallelität die Endpunkte mehr als die mittleren Punkte ins Gewicht fallen müfsten, und schlug deshalb vor, als die theoretisch wahrscheinlichste Stellung der gedrehten Hauptlinie diejenige zu betrachten, für welche die Summe der Quadrate der Differenzen minimal wird. Mir scheint diese Auffassung weniger natürlich als die im Texte vertretene; übrigens ergeben sich, wenn sie der Berechnung zu Grunde gelegt wird, zwar etwas kleinere, jedoch ähnlich verlaufende Werte wie die in Tabellen XII und XIII eingetragenen.

Das heifst also: wenn die mittlere Hauptlinie soviel nach rechts gedreht wird, dafs sie oben und unten um 3.08 mm vom Nullpunkt der Einteilung abweicht, mufs sie nach der Theorie den äufseren Hauptlinien, welche in der oben beschriebenen, rechts in der Fig. 17 dargestellten Weise durch Nebenlinien durchschnitten werden, möglichst parallel erscheinen.

Die nach diesem Schema für sämtliche in den Versuchen verwendeten Neigungen der Nebenlinien berechneten Täuschungsbeträge sind in den beiden folgenden Tabellen neben den beobachteten Werten eingetragen. Von diesen Tabellen bezieht sich die erstere auf Versuche, welche gleichzeitig mit den in Tab. XI verarbeiteten, die andere auf solche, welche später angestellt wurden. In der ersten Kolumne sind die oben und unten an der Einteilung gemessenen gröfsten Entfernungen zwischen Haupt- und Nebenlinien angegeben; in die zweite sind die daraus berechneten Neigungswinkel eingetragen.

Tabelle XII (8. Gruppe).

Gröfste Entfernung zwischen Haupt- und Nebenlinien in cm	Neigungswinkel in Graden und Minuten	Anzahl der Versuche	Berechnete Täuschung in mm	Mittlere Täuschung in mm	Wahrsch. Fehler derselben in mm
—	—	12	0	—0.56	0.11
5	10°53′	12	3.16	2.94	0.16
10	21°2′	12	2.64	2.41	0.17

Tabelle XIII (9. Gruppe).

Gröfste Entfernung zwischen Haupt- und Nebenlinien in cm	Neigungswinkel in Graden und Minuten	Anzahl der Versuche	Berechnete Täuschung in mm	Mittlere Täuschung in mm	Wahrsch. Fehler derselben in mm
—	—	12	0	+ 0.07	0.06
2	4°24′	12	1.74	1.20	0.12
4	8°45′	12	2.71	2.36	0.11
6	13°0′	12	3.40	3.42	0.11
8	17°6′	12	3.08	3.08	0.10
10	21°2′	12	2.64	2.63	0.14

Die Zahlen in der vierten und fünften Kolumne bedeuten auch hier die an der Einteilung oben und unten gemessenen Abweichungen im Sinne der Zöllnerschen Täuschung; für die Versuche ohne Nebenlinien deutet das positive Vorzeichen eine Neigung nach rechts, das negative eine solche nach links an.

An diesen Zahlen ist nun Verschiedenes zu bemerken.

Erstens ist die Untersuchung von Tabelle XII mit einem konstanten Fehler angethan, demzufolge nicht nur die Versuche ohne Nebenlinien im Durchschnitt eine den wahrscheinlichen Fehler bedeutend übersteigende Linksneigung ergaben, sondern auch in den beiden anderen Versuchsreihen die durch rechtsneigende Nebenlinien verursachten Abweichungen nach links regelmäfsig gröfser ausfielen, als die durch linksneigende Nebenlinien verursachten Abweichungen nach rechts (bei dem kleineren Neigungswinkel im Durchschnitt 3.67 und 2.21, bei dem gröfseren 3.00 und 1.81 mm). Die Ursache dieses konstanten Fehlers habe ich nicht ermitteln können; jedenfalls kann derselbe, da die Zahlen der Tabelle XIII keine Spur mehr davon erkennen lassen, nicht in der bleibenden Einrichtung des Apparates, sondern nur in den wechselnden Umständen der Lage, Beleuchtung oder dergleichen begründet sein. Die in Tabelle XII eingetragenen Zahlen sind, da sie auf gleiche Anzahlen von Versuchen mit rechts- und linksneigenden Nebenlinien sich beziehen, von demselben nicht affiziert. Ich erlaube mir noch darauf aufmerksam zu machen, dafs der Betrag des konstanten Fehlers sich aus den zuletzt mitgeteilten Zahlenpaaren auf — 0.73 bezw. — 0.595 mm berechnet; die Übereinstimmung dieser Werte mit dem direkt ermittelten Betrage von — 0.56 mm ist ein Beweis für die Genauigkeit der Untersuchung.

Zweitens erreicht der Täuschungsbetrag in den vorliegenden Versuchen ein deutlich ausgesprochenes Maximum bei einem Neigungswinkel von 13°. Dieses Ergebnis ist mit demjenigen der Tabelle X in befriedigender Übereinstimmung; indem damals bei einer Querstrichlänge von 10 cm (hier 52 cm) und einer Sehweite von 40 bis 50 cm (hier $2^1/_2$ m) ein Maximum bei 15° festgestellt wurde. Jedenfalls zeigt sich aufs neue, und diesmal in unzweideutiger Weise, dafs für

längere Querstriche das Zöllnersche Maximum sich nach unten verschiebt.

Drittens und hauptsächlich sind die berechneten und die mittleren beobachteten Täuschungsbeträge mit einander zu vergleichen. Diese Vergleichung lehrt, dafs nicht nur der Maximalbetrag der Zöllnerschen Täuschung genau dort liegt, wo man ihn nach Theorie und Berechnung erwarten sollte; sondern dafs auch, wenn man von den Versuchen mit den beiden kleinsten Neigungswinkeln absieht, zwischen den berechneten und den experimentell ermittelten absoluten Zahlenwerten eine sehr genügende, zum Teil selbst überraschend genaue Übereinstimmung besteht. Dafs aber für jene beiden kleinsten Neigungswinkel sich zu geringe Täuschungsbeträge ergaben, ist wohl zu erklären. Denn je kleiner der Winkel, über eine um so gröfsere Strecke werden die äufseren Hauptlinien von den darüber aufgehängten Nebenlinien teilweise verdeckt; für den kleinsten Winkel beträgt diese Strecke etwa die Hälfte, für den nächstgröfseren ein Drittel der gesamten Länge. Dafs unter solchen Umständen die täuschungerzeugenden Ursachen einen gröfseren oder geringeren Teil ihrer Wirksamkeit einbüfsen mufsten, liefs sich erwarten.

Mit Rücksicht auf die Ergebnisse dieser letzten Untersuchung glaube ich nun, mich über die Erklärung der Zöllnerschen Täuschung mit etwas gröfserer Sicherheit als früher über die Müller-Lyersche aussprechen zu dürfen. Dafs die Loebsche und die Zöllnersche Täuschung ihrem Wesen nach identisch sind, scheint mir nicht mehr fraglich. Wenn dem so ist, mufs aber auch jede Erklärung der zweiten, welche auf die erstere nicht anwendbar ist, von vornherein als aussichtslos verworfen werden; dies gilt sowohl von der Lippsschen als auch von der Hering-Guyeschen und der Thiéryschen Theorie. Über die Frage, wie man das den beiden Täuschungen zu Grunde liegende Prinzip näher bestimmen soll, läfst sich streiten; doch sehe ich nicht ein, dafs man zu viel präjudizieren sollte, wenn man mit Helmholtz und Loeb die vorliegenden Erscheinungen bis auf weiteres als Kontrastwirkungen bezeichnet. Was Kontrastwirkung eigentlich ist, weifs doch Niemand; der Name ist ein blofser Sammelname, den wir überall anwenden, wo

irgend ein Bewuſstseinsinhalt durch sein bloſses Dasein einen entgegengesetzten Bewuſstseinsinhalt hervorbringt. Dieses ist aber bei den vorliegenden Erscheinungen offenbar der Fall; faſst man sie mit anderen, wofür das Nämliche gilt, unter Einem Namen zusammen, so ist damit über die Frage, ob alle in gleicher oder in verschiedener Weise zu erklären seien, doch noch nichts entschieden.

Litteraturbericht.

F. Wollny. **Zum Schutze der Psychologie.** Eine philosophische Streitschrift. Leipzig, O. Mutze. 1896. 32 S.

Auf Grund eines konfusen Gemisches von Materialismus und spiritistischem Aberglauben werden einige Aufstellungen des Wundtschen Grundrisses der Psychologie bekämpft. Gegen Wundts Lehre von der Entstehung der Raumanschauung wird angeführt, dafs nach ihr auch die Tiere Raumanschauung haben müfsten. Das ist für Herrn Wollny augenscheinlich eine Absurdität. Eine nähere Analyse der verworrenen, in gräfslichen Satzungeheuern niedergelegten Gedanken lohnt wirklich nicht der Mühe. J. Cohn (Freiburg).

George M. Stratton. **The Relation between Psychology and Logic.** *Psychol. Rev.* III. (3). S. 313–320. 1896.

Alfred H. Lloyd. **A Psychological Interpretation of Certain Doctrines of Formal Logic.** *Ebenda.* III. (4). S. 422—426. 1896.

G. H. Howison. **Psychology and Logic.** — Further Views. *Ebenda.* III. (6). S. 652—657. 1896.

Bei Gelegenheit der Frage der Feststellung der Grenzen zwischen Psychologie und Logik stellt Howison als Gebiet der Philosophie „das autonome Ichbewufstsein“, also die spontane Bewufstseinsthätigkeit, und seine Konstituenten hin, welche im besonderen Gegenstand der Psychologie in philosophischer Behandlung seien, während dieselbe als deskriptive und experimentelle Disziplin auch die von der Spontaneität unabhängigen Bewufstseinsbestandteile zu behandeln hat: eine Trennung, die übrigens keineswegs unbedingt notwendig und unbedingt zweckmäfsig ist. Stratton sieht in dem nicht tiefer behandelten „Erklärenden“ und „Normativen“ und dem verschiedenen Verhältnis zu Zeit und Intensität die Merkmale der Verschiedenheit von Psychologie und Logik. Lloyd schliefslich macht folgende Aufstellungen: Urteil ist das Erfassen und Hinstellen des Wirklichen und systematisch Verarbeiteten in Hinwendung auf sich selbst und so das Produkt von Anpassung, Quantifikation aber der Ausdruck solcher vollzogenen Anpassung. Daher darf man eigentlich nicht von Urteilen reden, sondern nur von Urteil; auch nicht das Urteil ist negativ, erläuternd, erweiternd, analytisch, synthetisch, sondern nur der sprachliche Ausdruck desselben. Die formale Logik sei Thätigkeit, auf die automatisch gewordenen Gewohnheiten der Sprache projiziert,

wonach man dann den Algorithmus als eigentlich vollkommene Logik anzusehen hätte. Als „psychologische" Deutung bietet Verfasser, daſs die Kopula die Spannung der Aufmerksamkeit und der Ausdruck derselben als einer eben geschehenden oder geschehenen Thätigkeit ist. Diese Aufstellung ist kaum für die Logik irgendwie wertvoll, denn durch das Gleichsetzen des algorithmischen Vorgehens wird ja die Kopula als sprachlicher Faktor hinreichend eliminiert. P. Mentz (Leipzig).

J. Le Conte. **From Animal to Man.** *The Monist.* Vol. VI. No. 3. S. 356—381. April 1896.

Verfasser steht auf dem Standpunkte, die Seele als ein phylogenetisches Entwickelungsprodukt anzusehen. In der anorganischen Natur ist sie potentiell, in der Pflanzenwelt als Keim, im Tier als „Embryo" vorhanden, um erst im Menschen in voller Kraft und Gröſse „geboren" zu werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung ist es, den Unterschied zwischen Tier- und Menschenseele genau zu präzisieren. Verfasser führt dies für die Sprache, das Denken, für Instinkt und Bewuſstsein und für die Willensfreiheit durch.

Die Sprache des Tieres und kleinen Kindes ist nur eine Summe von Lautzeichen für einzelne Gegenstände. Der höhere Wert der Sprache des Erwachsenen beruht in der assoziativen Verarbeitung der Worte. Der Mensch verknüpft seine Wahrnehmungen logisch und baut darauf neue Gedanken und Entschlüsse auf; das Tier macht eine Reihe einzelner Beobachtungen, eine neben der anderen, und beantwortet sie mit reflektorischen, automatischen, instinktiven Bewegungen. Obwohl es dabei nicht eigentlich in mechanischer Weise unfrei in seinen Handlungen ist, so fehlt ihm doch der weite Spielraum der menschlichen Willensfreiheit. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen Mensch und Tier beruht aber darin, daſs ersterer ein Ich-Bewuſstsein hat, während der psychische Inhalt des letzteren zu ungeordnet, zu locker verbunden ist, um zu der komplexen Ich-Vorstellung zusammengefaſst zu werden.

Schaefer (Rostock).

Exsul. **Psychische Kraftübertragung, enthaltend unter anderm einen Beitrag zur Lehre von dem Unterschied der Stände.** Stuttgart, Frommann. 1896. 23 S.

Die Förderung, welche man durch freundliches Wesen, Verkehr mit kultivierten Menschen, warmen Ton der Stimme etc., aber auch durch Zeichen der Unterwürfigkeit erhält, beruht nach unserm Anonymus auf einer Übertragung geistiger Kraft. Beim Verkehr höherer, kultivierterer Stände mit niederen geht die Kraft vom Höhergestellten auf den Anderen über, Ersterer verliert, Letzterer gewinnt. Durch straffes, unterwürfiges Wesen läſst sich der Höhergestellte gewissermaſsen für einen Teil seines Verlustes entschädigen. — Wie bequem hätte es doch die Psychologie, wenn sie den Spuren dieses Braven folgen dürfte! Oder ist das ganze Schriftchen vielleicht nur ein Spaſs, eine Falle für Spiritisten und Geistesgenossen? J. Cohn (Freiburg).

A. v. Kölliker. **Handbuch der Gewebelehre des Menschen.** 6. Aufl. Bd. 2. H. 2. Leipzig, 1896. Engelmann. S. 373—874.

Das grofse Köllikersche Werk liegt nun abgeschlossen vor uns. So besitzen wir denn ein Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Gehirnes von einer Vollständigkeit, wie sie bisher nicht erreicht worden ist. Unerreicht ist auch die Fülle und die Güte der Illustrationen, unerreicht aber auch, das mufs hier ausgesprochen werden, sind der Fleifs und die Ausdauer, welche es dem hochverdienten Gelehrten ermöglicht haben, noch in hohem Alter binnen fünf Jahren ein Werk zu schaffen wie das vorliegende.

Es ist nicht nur ein vollständiges Werk, sondern auch ein originales. Fast alle Punkte sind vom Verfasser selbst durchgearbeitet worden, und an vielen Teilen von Gehirn und Rückenmark hat er Neues entdeckt oder Zweifelhaftes festgelegt.

Es wird wohl einen Schlufs auf das Ganze gestatten, wenn ich hier kurz anzeige, was mir vom neu Durchgearbeiteten als das am meisten Geförderte erscheint.

Mittelhirn: Der feinere Bau der Vierflügel bei den Säugern und bei Vögeln, die Verfolgung des Fasciculus longitudinalis posterior und der Nachweis einer Kreuzung von einzelnen seiner Bündel über dem C. mammillare; die Schilderung der kleineren Ganglien in der Basis, so des Ggl. opt. basale, des Meynertschen Ganglions der Schlinge.

Regio hypothalamica: Luysscher Körper und Commissura corp. hypothalamici. K. nimmt auch mit Stilling den Ursprung eines Teiles des Opticus aus dem Luysschen Körper an, ein Verhältnis, das bekanntlich von der gerade hier schärferen pathologisch-anatomischen Methode nicht bestätigt werden kann. Die ausschliefsliche Benutzung des rein anatomischen Materiales hat auch in der Chiasmafrage zu der Annahme geführt, dafs eine totale Kreuzung beim Menschen bestehe. Grützner hat neuerdings nachgewiesen, wie, trotz partieller Kreuzung, bei anatomischen Präparaten das Bild einer Totalkreuzung vorgetäuscht werden kann.

Thalamus: Die Thänia wird wesentlich in dem Verlaufe geschildert, wie sie Referent zuerst erkannt hat. Die Ursprungsgegend, die Referent der kaudalsten Riechregion zurechnet, wird mit dem weniger präjudizierenden Namen Nucleus supraopticus bezeichnet. Corpus mammillare; die ausführlichste Schilderung, die wir besitzen, 42 Seiten. Mensch, Kaninchen, Maus und Katze berücksichtigt. Ganz neu sind die Ansichten über das Haubenbündel aus dem Mammillare. Dieses und der Fasciculus thalamo-mammillaris bilden ein einziges System, das aus dem Ganglion entspringt und sich bald in einen dorsal ziehenden und im Thalamus endenden Zweig und in einen kaudal sich wendenden, in der Haube endenden Zweig aufteilt. Diese Teilung erfolgt nicht etwa durch Spaltung des Bündels, sondern durch T-förmige Teilung jeder einzelnen Faser des ganzen Systems. S. R. y. Cajal hat gleiches angegeben. Die Endigung des Haubenbündels wird in die graue Substanz dicht am Aquaeductus, also in die Haubengegend, wo auch Gudden es enden liefs, verlegt. Am meisten von dem bisher Bekannten abweichend sind

die Angaben über die Endigung der Fornixsäule. Diese erfolgt nicht etwa, wie meist angenommen wird, im Corpus mammillare, sondern in ventralen Abschnitten des Thalamus, die nach einer dorsal vom Mammillare gelegenen Kreuzung erreicht werden. Der Fornix durchzieht also nur den bisher vielfach — Gudden widersprach schon — für seine Endstätten gehaltenen Ganglienkomplex.

Wir haben vor kurzem durch Monakow eine vollständige Durcharbeitung der Thalamuskerne erhalten, die sich wesentlich auf die Atrophiemethode stützt, aber auch von Schnittbildern, die vom unverletzten Präparate gewonnen sind, Gebrauch macht. Es ist nun sehr interessant zu sehen, zu wie vielfach abweichenden Ansichten im gleichen Zeitraume ein Mann von der Erfahrung und Exaktheit Köllikers gelangte, als er das gleiche Gebiet am Menschen und besonders auch am Kaninchen untersuchte. Wir besitzen, das sei gleich gesagt, bis heute noch keine so eingehende Durcharbeitung der Thalamuskerne, aber es zeigen sofort die Abweichungen von Monakows Anschauungen, daſs hier die Anatomie des normalen Organes im wesentlichen nur die allgemeine Geographie feststellen kann, daſs aber anderen Methoden, heute wesentlich der Degenerationsmethode, die sichere Feststellung der Faserbeziehungen überlassen werden muſs. Kölliker schildert auch zum erstenmal genauer die Zellen der einzelnen Thalamuskerne. Als umschriebene Kerne kennt er: Nucleus dorsalis, identisch mit dem, was wir bisher Nucleus anterior genannt haben, Nucleus lateralis, der hinten das Pulvinar bildet, Nucleus medialis, welcher von dem frontalen Thalamusende bis zum Trigonum habenulae reicht. In der Verlängerung des zuletztgenannten Kernes vom Trigonum habenulae kaudalwärts liegt der Nucleus medius. Er bildet das wohlumschriebene kreisrunde „Centre median“ Luys. Ventral liegt der Nucleus arcuatus, identisch mit dem „schalenförmigen Kerne“, Tschisch. Zu diesen käme dann noch das mehrgeteilte Corpus geniculatum mediale. Von den Faserzügen des Zwischenhirnes sei besonders hier erwähnt der Tractus peduncularis transversus, ein von Gudden zuerst studiertes und bisher wenig aufgeklärtes Bündel, das Kölliker nun sicher beim Kaninchen, wo es in drei Bündel zerfällt, verfolgen konnte. Er sah, daſs es sich aus einem kleinen Kerne lateral vom Nucleus ruber tegmenti entwickelt, einem Kerne, der am ventralen Ende von Nissls Nucleus lat. post. thalami liegt. Der Kern trennt (Kaninchen) den Thalamus vom vorderen Zweihügel. Die Bündel, denen noch Zellen eingelagert sind, wenden sich ventral und dann lateral, um zum vorderen Zweihügel dann aufzusteigen. Referent konnte früher schon bei Vögeln und Reptilien einen Faserzug gleichen Ursprungs und gleichen Verlaufes auffinden. Dieser ist eines der mächtigsten Bündel im Gehirne jener niederen Vetrebraten. Er hat ihn Tractus thalamo-tectalis genannt. Wahrscheinlich sind beide Bündel identisch.

Zum erstenmale ist auch genauer der Verlauf der Stria terminalis bis in das Unterhorn hinein verfolgt worden.

Man sieht, das neue Buch von Kölliker bringt auch eine ganze Fülle neuen Materiales, das nun zu diskutieren ist. Der verehrte Ver-

fasser wird gewifs unter den Ersten sein, welche eine Nachprüfung an der Hand aller heute zur Verfügung stehenden Methoden begrüfsen.

Ein Mann kann, selbst bei so enormem Fleifs und so hohem Können wie Kölliker, nicht alles leisten. Die Bilder, welche die Schnittmethoden bringen, können aber trügen, und deshalb erwartet, wie eben das Köllikersche Werk besonders gut zeigt, eine grofse Arbeit und wohl auch eine reiche Frucht Diejenigen, welche nun mit der Degenerationsmethode den einmal vorgezeichneten Bahnen folgen wollen. Auch die vergleichend-anatomische Methode dürfte hier schöne Früchte zeitigen.

Dankbar mufs aber anerkannt werden, dafs der Verfasser immer auch der Resultate gedenkt, welche jene Methoden bisher gebracht haben.

Der hohe Wert des K.schen Werkes liegt in der vollständigen Durcharbeitung des Gesamtstoffes und in der Anwendung der neueren Technik, besonders auch der Golgimethode, an zahlreichen Stellen, wo man bisher deren Resultate noch nicht erforscht hatte.

Das Buch mit seinem klaren Texte, und mit seinen zahlreichen vortrefflichen Abbildungen wird zweifellos auf lange hin ein Ausgangspunkt für neue Untersuchungen und ein Nachschlagebuch für Diejenigen bleiben, welche den Stand unserer Kenntnisse um das Jahr 1896 kennen lernen wollen.

Für uns Jüngere aber wird es auch ein leuchtendes Beispiel bleiben, das zeigt, was ein hochstehender, energischer Mann vermag; uns soll es zur Arbeit und zum Nachstreben aneifern. Gewifs liegt das im Sinne des Verfassers, den so viele Anatomen und Ärzte heute als ihren Lehrer verehren. Edinger (Frankfurt a. M.).

Edinger. **Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirnes. 3. Neue Studien über das Vorderhirn der Reptilien.** *Abh. d. Senckenbergschen naturf. Ges.* 1896. 4. 76 S. Frankfurt a. M., Diesterweg.

E. hatte schon im Jahre 1888 Studien über das Vorderhirn der Reptilien veröffentlicht. Eine Reihe unter Benutzung der seitdem eingeführten Golgimethode gewonnener neuer Aufklärungen, insbesondere über den Riechapparat, und die Heranziehung der Ergebnisse anderer Forscher haben es jetzt dem Verfasser ermöglicht, ein wesentlich vollständigeres Bild von dem Bau des Vorderhirns der Reptilien zu entwerfen.

Das psychologisch wichtigste Resultat der Untersuchung, welches wir hier nur herausgreifen können, ist folgendes: Dem Riechapparat kommt eine dominierende Bedeutung im Gehirn der Reptilien zu. Ihm gehören der Riechlappen selbst, die Basis des Gehirns und ein grosser Teil von dem, was E. selbst früher dem Stammganglion zugeschrieben hatte, an. Es besteht eine Faserverbindung zwischen den niederen Riechendstätten nnd der Rinde. Diese Riechstrahlung zur Rinde ist in der Reihe der Tiere die erste Verbindung eines Sinnesapparates mit der Rinde. Andererseits ist sie bei den Reptilien die einzige erhebliche Verbindung eines Sinnes mit der Rinde.

Eine Sehstrahlung ist zwar angedeutet, aber in erheblicher Entwickelung erst bei den Vögeln nachweisbar. So ist die Rinde der Reptilien,

an Mächtigkeit gegen das übrige Gehirn verschwindend, wesentlich Riechrinde. Sie enthält schon eine ungeheure Menge Assoziationsfasern. Die Reptilienrinde entspricht so dem Ammonshorne der Säuger. Durch Einzeichnung der Konturen eines Reptiliengehirnes in ein Säugergehirn macht E. dieses Verhältnis anschaulich. Die weitere Ausbildung des Hirnmantels in der Tierreihe besteht darin, dafs sich dem einfachen Riechzentrum andere Zentren anlagern.

Das Facit der Arbeit möchte ich mit den eigenen Worten Edingers geben: „Dafs die Rinde da, wo sie zuerst in der Tierreihe auftritt, im wesentlichen nur ein einziges Zentrum darstellt, das Zentrum für den Geruch, dafs alle Assoziationen, welchen sie als Unterlage dient, alle Erinnerungsbilder, die sie bewahren mag, solche sind, die vorwiegend dem Riechen dienen, das betrachte ich als eines der wichtigsten Ergebnisse der Arbeit. Es scheint mir für diesen Befund ein Ausgangspunkt für neue Untersuchungen auf dem Gebiete der vergleichenden Psychologie gegeben, welcher fester ist, als einige der bisher verwendeten. Tierpsychologische Studien sind bisher so gut wie immer an zu komplizierten Erscheinungen angestellt worden. Wir müssen erst wissen, welche Sinneseindrücke ein niederes Tier bekommen kann, welche es zurückzuhalten weifs, und welche es, allein oder unter den Zeichen des assoziativen Denkens, zu verwerten vermag. Dann erst können wir an die komplizierten Probleme gehen, welche bisher zumeist in Angriff genommen sind".

Liepmann (Breslau).

R. Weinberg. **Die Gehirnwindungen bei den Esthen.** Eine anatomisch-anthropologische Studie. Aus dem anatomischen Institute der kaiserl. Universität Jurjew-Dorpat. Cassel 1896, Th. G. Fischers Verlag. 96 S. 5 Doppeltafeln in Folio. Einzelpreis 27 *M.* Subskriptionspreis — das Werk ist als Heft 1 der anatomischen Abteilung der Bibliotheca medica erschienen — 18 *M.*

Wir wissen über die Ausbildung der einzelnen Rindenzentren noch im ganzen so wenig und können noch durchweg ihre Abgrenzung so wenig feststellen, dafs es fraglich erscheinen mag, ob es heute schon einen Nutzen gewährt, wenn eingehendere Studien über Variationen der Hirnoberflächengestaltung angestellt werden. Aber die Zeit wird kommen, wo der leitende Faden nicht mehr fehlt, und dann wird es wichtig sein, ein grofses Material gut beschriebener und abgebildeter Gehirne zu besitzen. Dann werden auch die Rasseneigentümlichkeiten ernst studiert werden müssen. Eine Vorarbeit, die im allerbesten Sinne geleistet ist, stellt für diese Studien Weinbergs Buch dar. Beschreibung und Abbildung sind gleich exakt. Die Zukunft wird Herrn Weinberg den Dank zu bringen haben dafür, dafs er im vollen Bewufstsein heute noch unverwertbares Material anzuhäufen, einmal den Anfang mit der Sammlung von Rassengehirnen in mustergültiger Weise gemacht hat.

Edinger (Frankfurt a. M.).

S. Tonnini (Cagliari). **Semejotica delle lesioni corticali nei cani** in rapporto con alcune questioni di Fisio-Patologia umana. *Riv. di Fren.* XXII, 3. S. 488—539. 1896.

Zwecks einer möglichst vollständigen Aufstellung der nach Abtragung der senso-motorischen Hirnrinden-Zentren auftretenden Symptome von motorischer Parese, Muskel- und Tastgefühlsstörungen und was sonst etwa an psychischen Gesichts- u. s. w. Änderungen dabei ins Spiel kommt, hat Prof. Tonnini an 15 (von 20) die Operation längere Zeit überlebenden Hunden Beobachtungen angestellt, wozu, wie es scheint, die Experimente von Luciani und Goltz das Vorbild gaben.

Die (beigegebenen) Protokolle umfassen vier Reihen von Experimenten, je nach der von der Hirnrinde abgetragenen Partie, wonach die Hunde mit den im Laboratorium-Argot gebräuchlichen Namen als Canes sigmoidei, Canes hemispherici, Canes temporales, Canes occipitales bezeichnet werden.

I. Reihe. Entrindung eines oder beider Gyri sigmoidei.

1. Des linken Gyrus sigmoideus bei Hündin A. — Parese der Beine und des Rumpfes der rechten Seite (Rumpf und Hals nach links konkav) — Bewegung und Fallen nach rechts. Beim Versuch zum Aufstehen Schwäche und Fehlen des Muskelsinnes. — Abnorme Haltung des rechten nach vorn oder hinten flektierten Beines. Unvermögen zu fressen, unvollständiges Kauen beim Füttern. — Tastempfindung vermindert. — Gesichtsstörung. Hemiamblyopie auf beiden linken Hälften der Retina. — Gehör und Geruch normal. Nach 14 Tagen Abnahme der Erscheinungen, nach weiteren drei Wochen Gesichtsstörung nur noch auf dem rechten Auge. Gang natürlich. Neun Tage darauf wirft das Tier vier Junge, die es sorgfältig säugt. Acht Wochen nach der Operation bekommt es leichte, klonische Krämpfe und stirbt. Der Befund des Gehirns erklärt die Todesursache nicht. Vom Gyrus sigmoideus sinister ist nur der innerste Teil des vorderen Astes zurückgeblieben; die Läsion geht etwas über den Gyrus hinaus — woraus sich die Gesichtsstörung möglicherweise erklärt.

2. Des linken Gyrus sigmoideus bei Hündin B. — Fast dieselben Symptome wie bei A. — Auch B. wirft vier Junge (die zwei ersten totgeboren); wie A. während dieser Zeit bissig. — Zurückbleibt nach zehn Wochen leichtes Hinken und gestörtes Muskelgefühl der rechten Vorderpfote.

3. Des rechten Gyrus sigmoideus bei derselben Hündin B. nach zehn Wochen ($^{10}/_{6}$). Frifst von selbst, etwas mühsam beim Zubeifsen. Geht vorsichtig, fällt selten und dann nach links; kreuzt die Vorderfüfse; hebt die hintern und streift die vorderen, besonders den rechten; fällt beim Umwenden oder strauchelt. Beim Zulaufen auf das Futter rutscht es auf den gestrekten Vorderbeinen — Tastempfindung links etwas stumpf; rechts Hyperästhesie und Hyperalgesie bei Berührung und — Kratzreflex, bei dem die Pfote die Schulter nicht immer erreicht. Sehen — auf dem rechten Auge besser als auf dem linken. Gehör normal. Geruch etwas stumpf.

4. Gleichzeitige Entrindung beider Gyri sigmoidei. —

Keine Verkrümmung. Impuls zum Vorwärtslaufen. Geringere Kaubeschwerden. Hyperästhesie bedingt Kratzversuche. Schwimmen normal.

II. Reihe. Entrindung einer Hemisphäre. Hund F. Die der linken verursacht schwere Bewegungsstörung und solche des Muskelsinnes rechterseits, Krümmung des Rumpfes und Halses nach links, Schwanken und Fallen nach rechts. Verbiegungen der rechtsseitigen Glieder. Schwieriges Kauen. Untere Schneidezähne — nach vier Wochen, da der Gang normal geworden — abgenutzt. — Schwimmen nach rechts. — Entrindung der rechten Hemisphäre. Kopfkrämpfe. Parese links ersichtlich durch starke Körperkrümmung, Konkavität rechts. Reitbahnbewegung nach rechts, beim Schwimmen nach links, trotz gleichzeitiger Drehung des Kopfes nach rechts. Erschwertes Kauen.

Die Störungen der Sensibilität und der Sinnesorgane sind in dieser zweiten Reihe weit bedeutender und nachhaltiger als bei der ersten, obgleich auch sie allmählich verschwinden. Das Tastgefühl ist auf der nicht operierten Seite stumpf, weniger an Kopf und Hals, als am Hinterkörper, das Schmerzgefühl auf der operierten deutlicher, Hyperästhesie stellt sich auf derselben ein, während die Stumpfheit auf der anderen nachläſst. Neben bilateraler Hemianopsie. der operierten Seite entsprechend, dauernde psychische Blindheit auf der gekreuzten Seite (das Tier umgeht zwar Hindernisse. versteht aber Drohungen nicht). Das Gehör ist stumpf, weniger der Geruchssinn auf der operierten Seite. Gemütsstimmung verdrossen.

III. und IV. Reihe. Entrindung der Hinterhauptgegend, sowohl einseitig als auch beiderseits, zeigt nur bei einem der vier Hunde (Hund M.) ein leichtes Einknicken des rechten oder linken Beines, dem Pes equinus vergleichbar, sonst keinerlei motorische Störung. Eben so wenig ist dies bei Entrindung der Schläfengegend der Fall.

Aber auch die Tast- und Schmerzempfindung sind in beiden letzteren Reihen nahezu ungestört. Dagegen ergiebt sich aus dem Protokoll bei Entrindung der linken Hinterhauptsgegend bilaterale linke Hemianopsie zugleich mit vollständiger Blindheit des rechten Auges und stumpfes Gehör auf dem rechten Ohr bei gänzlicher Abwesenheit von Störungen des Muskel-, Tast- und Geruchssinnes. —

In der weiteren Zusammenstellung der so gewonnenen Ergebnisse erläutert Verfasser zunächst die Bewegungsstörungen nach Intensität, Dauer und Verlauf der Erscheinungen, Sitz der Läsion u. s. w., betrachtet die verschiedenen Stellungen der Füſse beim Gehen, Stehen, Liegen, Schwimmen, Treppensteigen, Laufen, — die Störungen bei der Nahrungsaufnahme, Kauen, Knochenabnagen, die Störungen der Stimme, die bei der Harnentleerung; weiter die Störungen des Tastsinnes — Anästhesie und Hyperästhesie nach Dauer, Ausdehnung u. a. m. — Da die Sektionsergebnisse und die Beziehungen zur Semiotik beim Menschen in der versprochenen Fortsetzung der sehr ernsten und reichhaltigen Arbeit zu erwarten steht, so muſs es vorbehalten bleiben, darauf zurückzukommen.

Fraenkel.

S. Ottolenghi. **Die Sensibilität beim Weibe.** *Centralbl. f. Nervenhlkde. u. Psychiatr.* (N. F.) VII. S. 182—187. 1896.

Die mehrfach erörterte Frage, ob das Weib sensibler sei als der Mann, will der Verfasser durch eine Reihe von Versuchen an 682 Weibern und 400 Männern entscheiden und damit die bisher bestehenden Widersprüche aufklären. Es wurden Kinder, Erwachsene und Greisinnen aus verschiedenen Ständen untersucht, und zwar mittelst des faradischen Stromes (Faradimeter von Edelmann), welcher durch eine Doppelelektrode dem Handrücken zugeleitet wurde. Die Hand war vorher mit „nicht kaltem" Wasser angefeuchtet. Es wurde erstens die „allgemeine Empfindlichkeit" geprüft, indem die Stärke des Reizstromes bis zum Eintreten eines „leisen Kriebelgefühles" erhöht wurde. Dann wurde die Erregung verstärkt, „bis sie wahrhaften Schmerz hervorrief." „Der Gesichtsausdruck und andere wohlbekannte Kennzeichen geben ihn leicht zu erkennen."

Als stumpf bezeichnet der Verfasser das Schmerzgefühl, wenn es erst bei Strömen von über 90 Volt auftritt, die allgemeine Sensibilität als stumpf, wenn sie bei 30 Volt, als fein, wenn sie schon unter 15 Volt nachweisbar ist.

In einer Tabelle sind die Untersuchungen an Männern und Weibern nebeneinander gestellt, und es ist daraus zu ersehen, wie viel Prozent der Angehörigen der verschiedenen Altersklassen und Stände stumpfe, wie viele feine Sensibilität und Schmerzempfindlichkeit aufweisen. Das Hauptresultat ist folgendes: die allgemeine Sensibilität ist bei der Frau feiner als beim Manne, ihre Schmerzsensibilität ist geringer, ihr Widerstand den Schmerzen gegenüber ist stärker, ihre Reizbarkeit auch stärker.

Der Bericht über Einzelheiten dürfte zweckmäfsigerweise bis zum Erscheinen der ausführlichen Mitteilungen des Verfassers zu verschieben sein, um so mehr, als in der vorliegenden kurzen Mitteilung der Schwellenwert des Schmerzes und diejenige Reizstärke, bei welcher die Versuchsperson den Schmerz durch Gesichtsausdruck zu erkennen giebt bezw. die Hand wegzieht, durchaus nicht in genügender Weise voneinander unterschieden sind. Wenn daher beispielsweise gesagt wird, dafs Handarbeiterinnen gegen Schmerzen weniger empfindlich sind als Damen, dagegen empfindlicher als Bäuerinnen, ist nicht zu erkennen, ob sich diese Angaben auf die Frage der Schmerzschwelle beziehen soll.

W. Nagel (Freiburg i. B.).

G. L. Johnson. **Beobachtungen an der Macula lutea.** II. Teil. *Knapp u. Schweiggers Arch. f. Augenheilkde.* Bd. XXXIII. S. 337—345.

Der zweite Teil der Johnsonschen Arbeit handelt ebenfalls von dem allgemeinen Aufbau der Retina. Seine Ansichten, die Verfasser durch gute Mikrophotogramme zu stützen sucht, bringen uns manche Überraschungen. Seine neuen Entdeckungen, die von allem Hergebrachten abweichen, sind so zahlreich, dafs uns schon dieser Punkt a priori mit einigem Mifstrauen erfüllt. Der Kenner der Retina wird übrigens bald viele Anhaltspunkte in vorliegender Arbeit finden, welche ihn bewegen,

den neuen Entdeckungen gegenüber sich vorläufig recht vorsichtig zu verhalten.

Die Anschauung JOHNSONS gipfelt in dem Satz, dafs die Grundfasern der Nerven in ununterbrochener Linie von der Papille bis in die Kugeln der Pigmentepithelschicht (so nennt er die Kerne der hexagonalen Pigmentzellen) verlaufen. Der basale Teil der Stäbchen und Zapfen besteht aus Scheiden, in deren Zentren sich Nervenfibrillen befinden, welche durch sehr feine radiär verlaufende Fibrillen gestützt werden. Verfasser teilt die Retina entsprechend der Gestaltung der Stäbchen und Zapfen in fünf Zonen. Die gröfste Zone ist diejenige, welche den ganzen peripheren Teil der Retina einnimmt. Die um die Papille und die Macula lutea herum gelegene Partie der Retina kann in vier gesonderte Zonen eingeteilt werden, von der eine jede eine besondere Form von Stäbchen und Zapfen besitzt. Die Fovea ist das Zentrum dieser differenzierten Region. Die Stäbchen und Zapfen sind überall nur Scheiden, welche die Aufgabe haben, die letzten feinen Sehnervenfasern zu schützen und zu isolieren. R. GREEFF (Berlin).

WALTER THORNER. **Über die Photographie des Augenhintergrundes.** Berlin, Dissertation. 1896.

TH. zählt eine Reihe früherer Versuche auf, von denen nur zwei der neuesten, von E. FICK und von GERLOFF und MEISSNER (1891), brauchbare Bilder lieferten. Dann entwickelt er die optischen und technischen Bedingungen des schwierigen Experiments. Die Erfahrungen der Vorgänger hat er sich gut zu Nutze gemacht und ist planmäfsig vorgegangen, um das Verfahren zu verbessern oder doch weiter auszubilden. Zwei nicht uninteressante Neuerungen verdienen Erwähnung. Zu Vorversuchen, die Verfasser mit dem virtuellen Bilde anstellte, konstruierte er einen in 2 mm breiten Streifen belegten Planspiegel. Dieses Spiegelgitter hält gewissermafsen die Mitte zwischen dem unbelegten und dem üblichen durchbohrten Spiegel. Es erfüllt an jeder Stelle die HELMHOLTZsche Forderung, eine Hälfte des auffallenden Lichtes zu spiegeln, die andere durchzulassen. Obwohl brauchbar zur subjektiven Untersuchung, bewährte sich diese Vorrichtung beim Photographieren nicht.

Die zweite Neuerung besteht darin, dafs Verfasser das umgekehrte Bild photographiert und keiner orthoskopischen Vorrichtung bedarf. Vor einen Zirkonbrenner (200 Kerzenstärken) stellt er ein rotes und ein blaues Glas. Um zu exponieren, entfernt er eine Sekunde lang das rote; das blaue bleibt stehen. Die Absorption des blauen Glases schwächt kaum das wirksame Licht, verhütet aber für die Dauer der Exposition jede unangenehme Blendung. Das Licht fällt durch eine Kondensorlinse auf den Spiegel, einen Kehlkopfspiegel mit 1 cm breiter Bohrung. Hinter dem Loch steht ein klares Deckglas, in dem der Beobachter das — von der üblichen 20 *D*-Linse entworfene — umgekehrte Bild seitwärts gespiegelt sehen kann, noch während er exponiert. Hinter dem Deckglas folgt dann ein Opernglasobjektiv und die Kammer mit der photographischen Platte. Alle Stücke, mit Ausnahme des Beleuchtungssystems, umgiebt ein Kasten aus schwarzer Pappe; durch ein Seitenfenster fällt das Licht ein.

Die Probebilder beweisen, dafs es so gelingt, auch ohne die umständliche Ausschaltung der Hornhaut die Papille photographisch abzubilden. Wegen der kleinen Fläche der Lichtquelle ist freilich auf Th.s Bildern nur ein recht enges Feld erleuchtet. In dieser Hinsicht leistet der Magnesiumblitz mehr, wie das hiermit aufgenommene Bild (No. 1) vom albinotischen Kaninchen zeigt. Indessen hatte Verfasser bei menschlichen Augen günstigere Erfolge mit der Zirkonbeleuchtung; es scheint, dafs für seine Versuchsanordnung die Intensität des Blitzlichtes nicht recht ausreichte. Cl. du Bois-Reymond.

J. Wolff. **Ist die Inzucht ein Faktor in der Genese der deletären Myopie?** *Knapp u. Schweiggers Arch. f. Augenheilkde.* Bd. XXXIII. S. 63.

Vor ungefähr drei Jahren wurde zum ersten Mal von J. Stilling die Inzucht in ätiologische Beziehung zu der deletären Form der hochgradigen Myopie gebracht. Stilling wünschte selbst eine gröfsere Statistik, um diese Behauptung zu begründen.

Dieser Aufforderung zufolge stellte Velhagen an der Universitäts-Augenklinik zu Göttingen statistische Untersuchungen an, welche nicht zu Gunsten der Stillingschen Ansicht ausfielen. Unter 50 Fällen von hochgradiger Myopie fand er nur einen, bei welchem die Inzucht als ätiologisches Moment angesehen werden konnte.

Auf Veranlassung von Prof. Laqueur hat nun Wolff seit mehr als zwei Jahren an der Strafsburger Universitäts-Augenklinik bei den Fällen von hochgradiger Myopie die Ätiologie zu ermitteln gesucht.

Es handelt sich um 173 Kranke, welche auf einem oder auf beiden Augen eine Myopie von mindestens 9,0 D. hatten, unter 7696 Patienten der Strafsburger Poliklinik. Hiervon scheiden 9 mit voller Sehschärfe als nicht deletär und 15 mit Hornhautflecken von der Statistik aus. Es bleiben demnach 155 Fälle von deletärer Myopie.

Bei 29 konnte keine Auskunft über eine Konsanguinität der Eltern erlangt werden. Unter den übrig bleibenden 126 Fällen finden sich 13 mit notorisch nachgewiesener Konsanguinität der Eltern, ungefähr 10%.

Dieser Prozentsatz, so schliefst Verfasser, ist viel zu hoch, als dafs eine rein zufällige Koinzidenz von deletärer Myopie und Inzucht angenommen werden könnte. Vielmehr beweist er einen kausalen Zusammenhang. R. Greeff (Berlin).

W. Heinrich. **Zur Funktion des Trommelfells.** (Sitzungsber. d. Physiol. Clubs zu Wien vom 9. Juni 1896.) *Centralbl. f. Physiol.* Bd. 10. No. 7. S. 210—216. 1896.

Zur Zeit Johannes Müllers war man fast allgemein der Ansicht, dafs das Trommelfell durch verschieden starkes Anspannen den ankommenden Schallwellen direkt angepafst werde, dafs der Ton der Eigenschwingungen des Trommelfelles dem von aufsen kommenden Tone entspreche. Gegenwärtig wird die Frage, ob dem Trommelfell die Funktion eines Akkommodationsapparates beigelegt werden könne, als negativ beantwortet angesehen; jedoch, wie Verfasser auf Grund seiner

Kritik der einschlägigen Litteratur meint, nicht mit Recht. Seine eigenen Untersuchungen wurden nach der Methode von MACH ausgeführt, aber mit der Modifikation, daſs nur leise Töne zur Erregung des Trommelfells in Anwendung kamen. Betrachtet man das stark vergröſserte Bild des mit Goldbronze bestäubten Trommelfells, so sieht man eine ganze Anzahl von Bewegungen, die, zum Teil von Atmung, Puls und unwillkürlichen Kopfbewegungen herrührend, ein zu kompliziertes Ganzes darbieten, als daſs sich über die Akkommodationsthätigkeit des Tensors etwas Positives herauslesen lieſse. Verfasser stellt daher weitere Untersuchungen nach besser geeigneten Methoden in Aussicht.

SCHAEFER (Rostock).

J. J. VAN BIERVLIET. **Nouvelles mesures des illusions visuelles chez les adultes et les enfants.** *Rev. philos.* Bd. 41. S. 169—181. 1896. No. 2.

Die mitgeteilten Versuche, welche an 20 sehr geübten erwachsenen Beobachtern und an 40 Kindern von 12—16 Jahren nach der Wahlmethode vorgenommen wurden, bestätigen die regelmäſsige Zunahme der MÜLLER-LYERschen Täuschung bei Abnahme des Schenkelwinkels. Der Verfasser verwendet dieses Ergebnis zur Begründung einer Theorie, welche derjenigen DELBOEUFS und BINETS sehr ähnlich ist und sich von ihr hauptsächlich durch die Heranziehung des Schwellenbegriffs unterscheidet. Wenn nämlich der Blick eine Vergleichslinie bis zu Ende verfolgt hat und nun auf die anstoſsenden, auswärts gekehrten Schenkel übergeht, so führt er jetzt eine Bewegung aus, welche sich als die Resultante aus der bisherigen und einer zu dieser senkrechten Bewegung betrachten läſst. Indem aber diese senkrechte Komponente nach dem Schwellengesetz eine gewisse Gröſse erreicht haben muſs, um bemerkt zu werden, wird die Richtungsveränderung zu spät erkannt und die Vergleichslinie überschätzt. Aus dem nämlichen Prinzip erklärt der Verfasser die Unterschätzung stumpfer und die Überschätzung spitzer Winkel: wenn man bei den ersteren vom freien Ende eines Schenkels aus zum Schnittpunkte und dann auf den anderen Schenkel übergeht, kommt die Richtungsveränderung zu spät zum Bewuſstsein, und der Schnittpunkt scheint sich irgendwo auf der Verlängerung des ersten Schenkels zu befinden; wenn man aber bei den letzteren die beiden Schenkel vom Schnittpunkte aus verfolgt, wird die Richtungs*verschiedenheit* zu spät erkannt und der Schnittpunkt scheinbar in die Richtung der Schenkel verschoben.

HEYMANS (Groningen).

H. GRIFFING und S. J. FRANZ. **On the Conditions of Fatigue in Reading.** *Psychol. Rev.* Vol. III. 5. S. 513—530. 1896.

Um die Bedingungen der Ermüdung beim Lesen festzustellen, haben die Verfasser untersucht, inwiefern gewisse (äuſsere) Umstände das Lesen erschweren bezw. erleichtern. Als Maſsstäbe werden verwendet: die Anzahl der innerhalb einer bestimmten Zeit zu lesenden Worte, die für

das Erkennen einzelner Worte erforderte Expositionszeit und die minimale das Lesen ermöglichende Beleuchtungsintensität. Es wurde gefunden, dafs bei einer Buchstabenhöhe von weniger als 1,5 mm, bei Herabsetzung der Lichtstärke unter 3 Normalkerzen und bei Ersetzung des weifsen Papieres durch graues oder farbiges die Erschwerung sich in hohem Grade bemerklich macht. HEYMANS (Groningen).

SANTE DE SANCTIS. **Emozioni e sogni.** *Riv. di freniatr.* XXII. 3. S. 566 bis 590. 1896.

In seinem Werke *I sogni e il sonno*, Rom 1896, hat Verfasser über die Ursachen des Traumes gehandelt; die vorliegende Arbeit hat das Verhältnis des Anteils, den das Gemüt beim Träumen und ebenso beim Wachen hat, zum Gegenstande, und zwar beschränkt Verfasser sich auf die zwei Fragen: 1. ob und welchen Einflufs vorausgegangene Gemütsbewegungen des wachen Zustandes auf den Traum ausüben; 2. ob und wie Gemütsbewegungen während des Träumens auf den wachen Zustand zurückwirken. Das reichhaltige Beobachtungsmaterial,[1] dessen er sich bedient hat, erlaubt ihm für die erste Frage vier gröfsere Gruppen aufzustellen.

Gruppe 1. Wachstimmungen erscheinen selten im Traume wieder. Die hierher Gehörigen träumen überhaupt selten und dabei nicht lebhaft, höchstens etwas sexuell erregt. Von 150 erwachsenen Normalen gehören 70 (46,66%) hierher, von 50 Frauen 10, darunter 4 über 60 Jahre. Somatische Verhältnisse, auch Witterungseinflüsse, besonders bei den Alten, scheinen ihre Träume zu beeinflussen.

Ferner gehören 41 von 60 psychisch Kranken (23 Idioten, 18 Imbezille) hierher — alles faule Träumer — Hysterische, Epileptische, die meisten Verbrecher und viele Prostituierte. Das an Verdrufs und Gemütsbewegungen reiche Leben derselben spiegelt sich in ihren Träumen nicht wieder, am häufigsten träumen sie von Lottonummern.

Gruppe 2. Gemütsbewegungen im Wachzustande erscheinen im Traume wieder oder auch nicht. Es hängt das von der Beschaffenheit jener ab. So wiederholt sich das Gefühl der Furcht gewöhnlich, nicht aber das der Freude; sexuelle und mystische Empfindungen gewöhnlich, nicht aber solche von Pietät und Teilnahme, und umgekehrt; die Traumstimmung ist eben systematisch getrennt (dissociata).

Das Vorherrschen gewisser Gemütsbewegungen im Wachen wie im Traume ist sicherlich eine physiologische Erscheinung, indem die ursprüngliche Gemütsverfassung gewisse Typen herstellt, pessimistische, mystische und sexuelle, furchtsame und verfolgungssüchtige. Von einem Hundezüchter erfährt Verfasser, dafs eine Bulldogge von Verteidigung und Freude, eine Bracke von schmerzlichen Dingen träumt.

Zu dieser Gruppe gehören 23 Männer (15,3%) und 10 Frauen (20%)

---

[1] 150 normale Männer, 50 Weiber, 60 Geisteskranke, 125 Verbrecher, inkl. 24 Weiber; 43 Prostituierte, 10 Hypochonder; 14 Melancholische; ferner viele Hysterische, Epileptische; endlich Kinder und Tiere.

unter Normalen, 16 psychisch Kranke (26,6%). Bei den Normalen kamen sexuelle Empfindungen, Furcht und Angst zum öftern wieder zum Vorschein. — Hierher gehören auch viele Verbrecher und Prostituierte. Ihre Träume — traurige wie freudige — charakterisieren sich dadurch, dafs sie höchst selten an die begangenen Verbrechen, an die Trennung von ihren Familien u. dergl. m. erinnern.

Gruppe 3. Gemütsbewegungen des Wachzustandes wiederholen sich unverändert im Traume. 57 normale Männer (33,5%) und 30 Frauen (60%). Viele Hysterische gehören hierher. Bei den letzteren knüpft der Traum vorzugsweise an asthenische Gemütsbewegungen (Schrecken und Furcht) und an die Ereignisse an, die den ersten Anfall zuwege gebracht haben. Plötzlich auftretende Gemütsbewegungen erscheinen jedoch im Traume seltener wieder, als die chronischen Leidenschaften (Liebe, Hafs, Rachegefühl, Neid, Hochmut), die, wie die Furcht vor Verfolgern, vor dem Fallen u. s. w. nichts als die Fortsetzung von Vorstellungen wacher Zustände bilden. Hysterische, Hypochonder, Melancholische und Halluzinanten sind dergleichen Zuständen unterworfen. Aber nicht die gröfsere Stärke der Gefühle giebt den Ausschlag, sondern vielmehr die minder intensive. Es gilt das indes nur für die Träume der Erwachsenen. Bei Kindern und Hunden spielt die Lebhaftigkeit der Tageseindrücke die Hauptrolle.

Gruppe 4. Auch hier spiegeln sich die Tageseindrücke im Traume wieder, aber meist im verkehrten Bilde. Depression verwandelt sich in Exaltation, Abneigung in Sympathie u. s. w. Es sind das die Kontrastempfindungen, auf die schon Griesinger und Lombroso aufmerksam gemacht haben; heitere Traumstimmungen bei Gefangenen, glänzende Visionen sogar bei Sterbenden.

Frage II. „Ob und wie emotive Traumbilder im Wachen sich widerspiegeln?"

Verfasser hält dafür, dafs während des Träumens verspürte Empfindungen im Wachen Spuren hinterlassen, ähnlich den Nachbildern von Sinneseindrücken während des wachen Zustandes. Ein berühmtes derartiges Beispiel sei der Neger, der im Wachen den bitteren Geschmack eines erträumten Giftes verspürt habe. Ferner komme es vor, dafs Farben, von denen man geträumt hat, entweder als solche (positiv) oder in ihren Komplementärfarben (negativ) beim Erwachen wieder erscheinen. Ebenso verhalte es sich mit den Gemütsbewegungen, die nicht blos als ein verlängerter Traumzustand (worüber übrigens die Entscheidung schwierig sei), sondern auch als im wirklichen Wachzustande längere Zeit sich fortspinnen. Dieses Nachträumen findet statt bei Alkoholisten, Epileptischen, Halluzinanten und chronisch Verrückten, wie schon Brierre de Boismond angegeben hat.

Die wesentlichsten Ergebnisse der vorliegenden Thatsachen sind:

1. Um im Traume wiederzuerscheinen, müssen die Gemütsbewegungen von den Wachenden wirklich und tief empfunden werden, d. h. das Muskel-, vasomotorische und Nervensystem müssen bei dieser psychophysischen Erscheinung sich beteiligen, und ist es nicht eine blofse Erscheinung des Intellekts oder von Reflexen. Die Traumstimmung (emotività

oneirica) ist der sichere Hinweis auf die wahre organische Stimmung (Temperament? Ref.), die das Subjekt von der Natur erhalten oder durch Verhältnisse und Krankheit erworben hat.

2. Wo die organische Störung und der Kräfteverbrauch zu mächtig ist, reproduzieren sich die Gemütsbewegungen im Traume weniger oder langsamer.

3. Die Gemütsbewegung verläuft oftmals ganz unabhängig von der Vorstellung. Die Traumstimmung lehnt sich entweder an ein phantastisches Bild, das ihm im Wachen vorschwebte, oder an ein solches entgegengesetzter Art, oder, wie es bei den emotiven Traumnachbildern vorkommt, an keinerlei Vorstellung an. FRAENKEL.

SHEPHERD IVORY FRANZ and HENRY E. HOUSTON. **The Accuracy of Observation and of Recollection in School Children.** *Psych. Rev.* III. (5). S. 531—535. 1896.

Schülern verschiedenen Alters und Geschlechts werden eine Anzahl von Fragen vorgelegt, die die Genauigkeit ihrer Beobachtung und Erinnerung prüfen sollen, z. B. nach dem Wetter vor 8 und 14 Tagen, nach der Entfernung des Schulhauses von der Strafsenecke in Fuſs und Sekunden, nach dem Gewicht eines Buches. Die Antworten sind statistisch geordnet in Tabellenform mitgeteilt. Unter den Ergebnissen fällt besonders eine allgemeine Neigung zur Unterschätzung von Längen und Gewichten auf. Mädchen scheinen das Wetter richtiger zu behalten als Knaben, in quantitativen Schätzungen aber hinter diesen zurückzustehen.

J. COHN (Berlin).

THEODATE L. SMITH. **On Muscular Memory.** *Americ. Journ. of Psychol.*, VII, 4. S 453—490. 1896.

Der motorische Faktor, den bereits EBBINGHAUS und MÜLLER und SCHUMANN bei Gedächtnisversuchen als schwer zu vermeidende Fehlerquelle hingestellt haben, wurde hier durch gleichzeitiges automatisches Zählen 1, 2, 3, zuerst auch durch anhaltendes Singen ein und derselben Note, was aber Nichtmusikalischen Schwierigkeiten bereitete, zu beseitigen versucht; gleichmäſsiger Rhythmus beim Auffassen des Gedächtnismaterials und regelnder Metronomrhythmus wurden als hier zu komplizierend nicht eingeführt. Sowohl der mittlere Fehler bei normalem Lesen der fünf Reagenten als bei dem durch gleichzeitiges automatisches Zählen motorisch inhibierten Lesen zeigte, daſs die freiwillig gewählte Anzahl der Wiederholungen zu der Güte des Behaltens nicht in direkter, sondern umgekehrter Proportionalität steht, woraus zu folgern wäre, daſs man auch das Zeitmoment für jede Silbe als wichtig in Erwägung ziehen müſste, falls sich dies in Zukunft bei Versuchen bei nur einem Reagenten bestätigen würde. Jedenfalls findet hier eine obere und eine untere Grenze und eine beste Zeit für die Güte des Behaltens statt, und es braucht diese von vorneherein nicht mit der subjektiv zusagendsten Geschwindigkeit zusammenzufallen. Um den sprachlich-motorischen Faktor möglichst auszuschliessen, und zum Zwecke eines nachprüfenden

und Neues aufdeckenden Vergleiches wurden aufserdem als Gedächtnismaterial Taubstummenbuchstaben genommen: so dafs jeder Buchstabe in jeder Reihe zu zehn nur einmal und in je zehn Reihen in gleicher Anzahl vorkam. Das Lernen fand durch Gesichtsaufnahme statt, ferner durch Gesichtsaufnahme zugleich mit Tasten, schliefslich durch Gesichtsaufnahme zugleich mit automatischem Zählen, während die Reproduktion durch Tasten der Hand stattfand. Aus allen diesen Kombinationen ergiebt sich folgende Stufenfolge der Verhältnisse: der mittlere Fehler war bei Lesen der Silben und gleichzeitigem Zählen gröfser als bei Lesen der Silben ohne gleichzeitiges Zählen, letzterer wiederum gröfser als bei Gesichtsaufnahme des Taubstummenalphabets und motorischem Reproduzieren, letzterer wiederum gröfser als bei Gesichtsaufnahme des Taubstummenalphabets und Hinzuziehen des Betastens und dann motorischem Reproduzieren, letzterer wiederum gröfser als bei Gesichtsaufnahme des Taubstummenalphabets und gleichzeitigem automatischem Zählen und motorischem Reproduzieren: Verhältnisse, die im allgemeinen verständlich sind. Der letztgenannte Fall ist als Begünstigung der Aufmerksamkeit durch das Zählen anzusehen, der mittlere Fehler war hier indessen nur wenig geringer, doch war zugleich geringerer Wechsel und geringere Variation vorhanden. Wenn in diesem Falle aber das Zählen unterstützendes, nicht hemmendes Element war, so darf man doch noch nicht den Schlufs ziehen, wie Verfasser, dafs auch beim Lesen der Silben die Aufmerksamkeit dadurch nicht abgelenkt wurde, denn wenn es sich hier auch theoretisch um Hemmung des motorischen Elementes oder Ablenkung der Aufmerksamkeit als Ursache der Vergröfserung des mittleren Fehlers um 13—18% handelt, so liegen doch hier andere Verhältnisse vor. Ein wirkliches Ausschalten oder sicheres Isolieren des motorischen Elementes ist, wie der Verfasser selbst sagt, auch durch diese Versuche nicht möglich. Bei den Versuchen mit Silben war die Anzahl der verstellten Silben, was allgemein theoretisch nicht unwichtig ist, bedeutend geringer als die der falschen („ähnlichen", früheren, überhaupt falschen) und überhaupt vergessenen. Andererseits sind Konsonantenfehler am Anfang und Ende der Silben fast gleich und, was hierfür die Erklärung giebt, häufiger als Vokalfehler. Man wird hier die gröfsere Vielfachheit der Konsonanten und die vorzugsweise Konzentrierung der Aufmerksamkeit auf die Vokale in Betracht ziehen müssen. P. MENTZ (Leipzig).

COLIN A. SCOTT. **Sex and Art.** *The Americ. Journ. of Psychol.* Vol. VII. No. 2. S. 153—226. 1896.

Von der allgemeinen organischen Reizbarkeit ausgehend sucht der Verfasser die mehr intellektuellen Instinkte der Kunst und Religion mit der sexuellen Erregung in Zusammenhang zu bringen und aus ihr abzuleiten. Die sexuelle Erregung hat entwickelungsgeschichtlich die Tendenz, sich immer mehr über den Organismus auszubreiten, und dabei können Erscheinungen, die zunächst nur Nebenäufserungen des

sich erweiternden geschlechtlichen „Erethismus“ sind, bis zu einem gewissen Grade verselbständigt (dissociated) werden. Bei der sexuellen Auslese ist in der Tierwelt die Irradiation des Paarungstriebes nach höheren Gebieten hin bis zu ausgesprochen ästhetischen Fähigkeiten fortgeschritten. Beim Menschen entspricht dem zunächst das Tättowieren, die Kleidung, der Schmuck etc. Es handelt sich dabei um eine relative Verselbständigung; denn solche Erscheinungen bedeuten als indirekte Mittel der Anziehung eine Verzögerung der sexuellen Klimax — sie bilden Symbole eines verfeinerten Empfindens. Dieselbe Fähigkeit, ein Objekt als Symbol zu verwenden, zeigt sich im Fetischismus; dabei ist die Symbolisierung des Sexuellen vor allem in den phallischen Religionen zu suchen. Ebenso herrscht der Symbolismus bei den Beispielen von pathologischer Sexualität vor, wo oft ganz heterogene Dinge zum selbständigen Fokus der Erregung gemacht werden. Die Extase ist das eigentliche Bindeglied zwischen Sexualität und Kunst. Sie ist dem Vorstadium der Kopulation im tierischen Liebesleben nahe verwandt. Nur ist in der Extase, diesem Kern der „Kunst-Psychose“, das, was ursprünglich Vorstadium ist, noch mehr verselbständigt, so dafs auf diese Weise die Sexualität in der Liebe zum Schönen und in den Werken der Kunst sich selbst die wirksamste Hemmungsvorrichtung bereitet hat — eine für die Erziehung der heranreifenden Jugend wichtige Thatsache. — Aus dem an interessanten Einzelheiten reichen Aufsatz sind hiermit nur einige Hauptgedanken wiedergegeben. Dafs der Standpunkt des Verfassers etwas einseitig ist, scheint mir die Kinderpsychologie wahrscheinlich zu machen, da das sexuell noch unentwickelte Kind schon Keime aller ästhetischen Thätigkeiten aufweist, Keime, die auch auf andere Weise biologisch erklärt werden können.

K. Groos (Giessen).

K. Ueberhorst. **Das Komische.** Bd. I: **Das Wirklich-Komische.** Leipzig. 1896. Wigand. 562 S.

„Le secret d'ennuyer, c'est celui de tout dire“; besonders aber Alles zu sagen, mit alleiniger Ausnahme Desjenigen, was zur Sache dienlich und notwendig wäre.

Das vorliegende Buch will folgenden Satz beweisen: „Komisch erscheint uns ein Zeichen einer schlechten Eigenschaft einer anderen Person, wenn uns an uns selbst keines eben derselben schlechten Eigenschaft zum Bewufstsein kommt, und das keine heftigen unangenehmen Gefühle in uns hervorruft“ (S. 2—3). Nach einigen einleitenden Bemerkungen (S. 1—12) werden nun zunächst „die guten und schlechten Eigenschaften der Menschen“, an und für sich, ausführlich erörtert (S. 13—204). Der Verfasser ist offenbar von der Meinung ausgegangen, dafs niemand wisse, was mit den einzelnen in der Umgangssprache als gut oder schlecht bezeichneten Eigenschaften gemeint ist; daher denn sämtliche Vorzüge des Körpers, des Geistes und des Charakters (etwa 70 an der Zahl) einzeln vorgeführt, durch Nominaldefinitionen erklärt und aufserdem

noch durch eine ganze Reihe von Beispielen erläutert werden. So wird die Thatsache, „dafs die feste Gesundheit des Gesamtkörpers aus der seiner Teile besteht, und dafs von den letzteren bald dieser, bald jener von besonders schwacher Gesundheit sein kann“, noch dadurch verdeutlicht, dafs „solches bei dem einen für das Gehirn, einem anderen für die Augen, einem dritten für die Ohren, einem vierten für die Nasenschleimhaut, einem fünften für den Kehlkopf, einem sechsten für die Bronchien, einem siebenten für die Lunge, einem achten für das Herz, einem neunten für den Magen, einem zehnten für diesen oder jenen Teil der Gedärme, einem elften für die Leber, einem zwölften für die Nieren u. s. w., bei vielen Personen aber für mehrere dieser Organe der Fall ist“ (S. 14—15); so werden als Beispiele körperlicher Geschicklichkeit nicht weniger als 27 unproduktive und 49 produktive Bewegungskoordinationen angeführt (S. 18); so versäumt der Verfasser nicht zu bemerken, dafs zur Fertigkeit des Pfeifens „in erster Linie gehört, dafs man dessen überhaupt fähig ist und nicht, wie es öfters vorkommt, ein solches überhaupt nicht fertig bringt“ (S. 22); so wird der Leser ausführlich darüber belehrt, dafs es Zeichen von Dummheit seien, „wenn jemand längere Zeit mit einem harten Gegenstand gegen eine Fensterscheibe schlägt, in der Meinung, dafs sie dadurch nicht zerspringen könne; wenn er an einem dünnen Faden einen sehr schweren Gegenstand aufhängt, glaubend, dafs derselbe unter einer solchen Last nicht zerreifsen würde, wenn...“, aber die acht weiteren Beispiele gleich einleuchtender Natur kann sich der Leser schon hinzudenken (S. 54). Und so geht es denn weiter. Von einigen gelegentlichen Bemerkungen abgesehen, verfolgt dieser ganze Abschnitt rein klassifikatorische Ziele; von einer „vollständigen Ethik als Tugendlehre“, welche das Vorwort verspricht, erwartet man doch etwas mehr.

Es folgen auf weiteren 320 Seiten (204—524) „Beispiele des Wirklich-Komischen aus der Litteratur“. Der Verfasser hat mit anerkennenswertem Fleifs 278 Zitate aus Romanen, Dramen u. dergl. zusammengestellt, welche mehr oder weniger (oft auch gar nicht) komisch wirken, und aufserdem eine oder mehrere der schlechten Eigenschaften exemplifizieren, welche man im vorhergehenden Abschnitt kennen gelernt hat. Er glaubt nun „durch die Fülle der vorgeführten Beispiele das erreicht zu haben, dafs niemand mehr an der Wahrheit des konstitutiven Faktors (seiner) Definition zu zweifeln im stande ist“ (S. 524). Es ist schade um den schönen Glauben; aber die blofse inductio per enumerationem simplicem ist nun einmal unter keinen Umständen hinreichend, die Wahrheit eines unbedingt allgemeinen Urteils zu beweisen. Was der Verfasser mit seinen 278 Beispielen aus der Litteratur bewiesen hat, ist einfach dieses: dafs schlechte Eigenschaften eines anderen bisweilen komisch wirken; dafs dem so ist, lehrt aber die alltägliche Erfahrung, und wird auch von niemandem bezweifelt. Wer also der alten aristotelischen Definition des Komischen wieder auf die Beine helfen will, hat etwas ganz Anderes zu thun, als immer mehr positive Instanzen herbeizuschleppen; er hat zu zeigen, wie die zahlreichen in der einschlägigen Litteratur aufgespeicherten negativen Instanzen mit seiner Theorie ver-

einbar sind, warum wir also etwa durch eine langweilige Rede, durch eine unklare Beweisführung, durch die dialektische Sprache eines Bauern uns nicht zum Lachen gereizt fühlen; er hat sich ganz besonders mit der von Lipps hervorgehobenen wichtigen Thatsache auseinanderzusetzen, dafs schlechte Eigenschaften Anderer, nicht wenn sie in Vergleich mit den unserigen, sondern wenn sie in Vergleich mit unseren Erwartungen sich als minderwertig herausstellen, komisch wirken. Jedoch der Verfasser ist mit seinen positiven Instanzen zufrieden und kümmert sich um das Weitere nicht.

Die übrigbleibenden 38 Seiten (524—562) bieten dann noch etwas Theorie. Das Ausbleiben der komischen Wirkung, wenn man die bei anderen erkannten schlechten Eigenschaften auch bei sich selbst vorfindet, sowie die Verdrängung des komischen Gefühls durch starke Unlustgefühle wird ausführlich erläutert; und schliefslich das Wesen der komischen Lust darin gesucht, dafs wir die bei Anderen vermifsten guten Eigenschaften uns selbst beilegen, und uns über den Besitz derselben freuen. Wenden wir diese Theorie auf die im Vorhergehenden als Beispiele bestimmter schlechter Eigenschaften angeführten litterarischen Erzeugnisse an, so gelangen wir zu merkwürdigen Resultaten. Wenn einige derben Shakespearesche Zoten als „Beispiele von Mangel an Schamhaftigkeit“ und das Heinesche „Hohelied“ als „ein solches von Gottlosigkeit“ komisch wirken, so scheint zu folgen, dafs an jenen der Schamhaftige und an diesem der Fromme den gröfsten Spafs haben wird. Ob das genau zutrifft, scheint mir doch etwas zweifelhaft. — Über eine andere Schwierigkeit hilft sich der Verfasser in eigentümlicher Weise hinweg. Es fällt ihm ein, dafs wir auch über Mifsbildungen und Abnormitäten bei Tieren und Pflanzen sowie über manches Ungewöhnliche anderer Art lachen; und da diese Fälle sich der aufgestellten Theorie nicht so leicht unterordnen lassen, mufs für sie eine eigene, möglichst verwandte Erklärung gefunden werden. Der Verfasser nimmt an, „jenes Lachen (sei) ein solches der Freude über unser Wissen des Normalen, bezw. des Gewöhnlich-Vorkommenden“ (S. 550). Unserem Lachen über ein winziges Hündchen oder ein schwanzloses Pferd liegt also das erhebende Bewufstsein zu Grunde: ich weifs, dafs die Mehrzahl der Hunde gröfser ist als dieser, und dafs Pferde in der Regel Schwänze besitzen! Credat Judaeus Apella! Wenn unser Wissensstolz so kitzlich wäre, kämen wir einfach nicht aus dem Lachen heraus; namentlich aber müfste auch jede als normal oder als übernormal erkannte Erscheinung uns genau so komisch vorkommen, wie das schwanzlose Pferd.

Es ist möglich, dafs die weiteren Bände, welche über das Scheinbar-Komische und über den Witz handeln sollen, etwas Neues bringen; von dem jetzt vorliegenden kann nur gesagt werden, dafs er die Frage nach dem Wesen des Komischen genau dort stehen läfst, wo sie eben stand.

Heymans (Groningen).

N. Buccelli. **Di alcune alterazioni poco note della sensibilità cutanea (syndrome siringomielitica) nell' amenza stupida.** *Riv. fren.* XXII. 3. S. 540—565. 1896.

Der Annahme entgegen, dafs bei der sog. Amentia stupida die Gefühllosigkeit der Haut blos auf Unaufmerksamkeit, d. h. auf dem der Krankheit eigentümlichen Hirnleiden beruhe, fand Verfasser an fünf Kranken davon unabhängige, auf einzelne Körperteile beschränkte Sensibilitätsstörungen verschiedenen Charakters, wenig bekannter Art. An einer Stelle war das Tast-, an einer anderen das Schmerz- oder das Temperaturgefühl vermindert resp. erhöht. Da diese Zustände der psychischen Störung parallel mit ihr auftraten und verschwanden, mithin auf einem sog. funktionellen Prozefs beruhten, ungleich den ähnlichen Erscheinungen, die den anatomischen Störungen bei Syringomyelie entsprechen, so mufste man sie zunächst als Erzeugnis der den psychomotorischen Rindenzentren beigemengten sensiblen Zentren erachten. Gleichwohl glaubt Buccelli ihre Ursache in Veränderungen des Rückenmarkes suchen zu müssen. Und diese Ansicht begründet er folgendermafsen.[1] In Fall I spricht die streng umgrenzte, symmetrische Verteilung der analgischen Hautstellen sowohl, als auch die Intensität der Störung für gewisse Zonen der grauen Substanz des Rückenmarkes. In Fall II gesellt sich erhöhte Empfindlichkeit des Tast- und Wärmegefühls zu vermindertem Schmerzgefühl; in Fall III und IV Analgesie zu vermindertem Wärmegefühl; in Fall V erhöhtes Tastgefühl zu Analgesie. — Auch in diesen Fällen ist für alle Empfindungsformen entschiedene Symmetrie vorhanden. In allen fünf Fällen ist überdies die Empfindlichkeit des Gesichtes unberührt. Wärme- und Schmerzgefühls-Änderungen kommen in vier Fällen am Rücken vor, ohne dafs ein bestimmter Nervenstamm betroffen ist.

Es handelt sich also um eine wirkliche Dissoziation der verschiedenen Formen der Hautgefühle, wie sie sonst noch auf physiologischem (Goldscheider) und klinischem Wege, namentlich an der Syringomyelie (in 55 Fällen von Tanzi) in Bezug auf wärme- und kälteleitende Bahnen, mit dem Ausgang von den Hinterhörnern aus nachgewiesen worden ist. Da die Höhlenbildung im Rückenmark in einem unheilbar fortschreitenden, und zwar aufsteigenden Vorgang besteht, bei dem sich nachbarliche und sogar entfernte Teile vermittelst der Kollateralgefäfse in Form von Anämie, Hyperämie und Kompression im Auf- und Abschwanken geltend machen, so bleibt es auch nicht immer bei dem Hauptsymptom, der thermischen Abweichung, sondern auch Veränderungen im Bereiche des Tast- und Schmerzgefühles treten auf. In den Fällen des Verfassers sind die Schwankungen lebhafter, bis zu Remissionen und Intermissionen. Bald erreichen sie die Höhe von wahrer Empfindungslosigkeit für Wärme und Schmerz, bald schwächen sie sich ab bis zum Normalzustande. Es handelt sich eben um vollkommen heil-

[1] Die weitläufig mitgeteilten Krankengeschichten übergeht Referent um so mehr, da zu ihrer Verdeutlichung eine Reihe von Zeichnungen beigegeben ist.

bare Zustände, ohne dafs man den wesentlichen Grund dafür finden kann. FRAENKEL.

STRÜMPELL. **Über einen Fall von retrograder Amnesie nach traumatischer Epilepsie.** *Dtsch. Ztschr. f. Nervenhlkde.* VIII. 5 u. 6. S. 331—344. 1896.

Verfasser erinnert einleitenderweise an die Notwendigkeit, bei krankhaften Gedächtnisstörungen zu unterscheiden zwischen retrograder Amnesie, d. i. dem Verlust des Gedächtnisses für weiter zurückliegende Erlebnisse, und der „aktiven Gedächtnisschwäche", nämlich der Schwäche des Gedächtnisses für alle während der Krankheit neu hinzutretenden Vorgänge. (Letztere ist identisch mit dem, was in der WERNICKEschen Schule als Verlust der „Merkfähigkeit" bezeichnet wird. Anm. d. Ref.) Er weist auf schon beschriebene Fälle von retrograder Amnesie nach Kopfverletzungen, Gehirnerschütterung, Intoxikation, epileptischen Anfällen und Erhängungsversuchen hin. Bei letzteren hält er mit MÖBIUS Hysterie für vorliegend. Der von ihm beobachtete Fall ist sowohl durch die lange Dauer der Periode, auf welche sich die Amnesie erstreckte, als auch durch die Entstehung bemerkenswert.

Ein 46jähriger Ökonom aus gesunder Familie bekam zwei Tage nach einem Stofs des Kopfes gegen eine Ofenthür, mit starker Erschütterung, aber nur geringer Hautwunde, epileptische Anfälle. Am Tage darauf die Rose mit hohem Fieber. Nach einer Woche Heilung, aber Fehlen der Erinnerung sowohl für die Zeit von der Verletzung ab bis zur Genesung, wie für fast alles in den letzten 3—4 Monaten vorher Erlebte. Dabei keine „aktive Gedächtnisschwäche" mehr. Vereinzelte epileptische Anfälle traten noch später auf, dann trat volle Heilung ein, nur blieb die Gedächtnislücke bestehen.

STR. nimmt an, dafs in diesem interessanten Falle der Stofs eine innere Blutung und diese die epileptischen Anfälle verursacht habe. Letztere, unterstützt von der intoxikatorischen Wirkung der Kopfrose haben den Gehirnzustand bedingt, der die Amnesie setzte. Bei solchen organischen Amnesien sei ein Verlust der Gedächtniseindrücke selbst anzunehmen, während bei der hysterischen Amnesie nur die Reproduzierbarkeit behindert sei. LIEPMANN (Breslau).

Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen.

Von

G. E. Müller.

(Schlufs.)

Kapitel 5.

Die besondere Funktionsweise der Stäbchen.

§ 37. Historisches.

Wir haben noch die Aufgabe, denjenigen Ansichten gegenüber, welche seit kürzerer oder längerer Zeit hinsichtlich der besonderen Funktionsweise der Stäbchen ausgesprochen worden sind, in zusammenfassender und ergänzender Weise Stellung zu nehmen. Denn unsere früheren Bemerkungen über die Bedeutung des Sehpurpurs dienten im wesentlichen nur dazu, die Rolle des Sehpurpurs vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus zu beleuchten. Auf eine nähere Aufzählung aller Vorteile, welche diese Ansicht von der Bedeutung des Sehpurpurs für die Erklärung der Erscheinungen bietet, konnte im Früheren nicht eingegangen werden. Dies soll nun im Nachstehenden geschehen.

Zunächst einige Notizen in historischer Hinsicht. Max Schultze (*Arch. f. mikrosk. Anat.* 2. 1866. S. 247 ff.) hat wohl zuerst die Ansicht aufgestellt, dafs, während die Zapfen sowohl dem Lichtsinn als auch dem Farbensinn dienten, die Stäbchen nur Helligkeitsempfindungen vermitteln könnten, wobei sie allerdings „für quantitative Lichtperzeption einen Vorzug vor den Zapfen besitzen." Schultze gründete diese Ansicht hauptsächlich auf die Resultate vergleichend-anatomischer Untersuchungen, insbesondere die Thatsache, dafs in der Netzhaut vieler Nachttiere die Stäbchen der Zahl nach oder wenigstens

der Gröfsenentwickelung nach vorherrschen,[1] während die Netzhaut anderer Tiere, bei denen unzweifelhaft die Farbenwahrnehmung eine grofse Rolle spielt, ein reichliches Vorhandensein oder Überwiegen der Zapfen erkennen läfst.

Dieser Ansicht SCHULTZES fügte R. ED. LIESEGANG (in seinem *Photogr. Arch.* No. 686. 1891. S. 117) die Annahme hinzu, dafs die durch die Stäbchen vermittelte Helligkeitsempfindung „durch die photochemische Zersetzung des Sehpurpurs bedingt ist. Deshalb werden auch sehr lichtschwache Objekte nicht so genau durch die Fovea centralis, als vielmehr von den herumliegenden Netzhautbezirken wahrgenommen." Auch finden wir bereits bei LIESEGANG die Bemerkung, dafs die totale Farbenblindheit auf einem Ausfalle der Zapfenthätigkeit beruhe.

In Frankreich verband PARINAUD[2] bereits im Jahre 1881 mit der Annahme, dafs wir in den Stäbchen einen nur dem Lichtsinn dienenden Apparat besäfsen, die weitere Annahme, dafs die Funktion der Stäbchen auf dem Sehpurpur beruhe; und PARINAUD wandte als erster diese Ansicht auf die Hemeralopie an, in der Weise, dafs er letztere auf eine mangelhafte Sehpurpurproduktion zurückführte. Wie PARINAUD hervorhebt, sind Tiere (Hühner und Tauben), welche des Sehpurpurs entbehren, nachtblind. PARINAUD unterscheidet ausdrücklich zwei lichtempfindliche Apparate in der Netzhaut, den Zapfenapparat, welcher sowohl blofse Helligkeitsempfindungen als auch Farbenempfindungen vermittele, und den Stäbchenapparat, welcher nur Helligkeitsempfindungen entstehen lasse und dem Sehen im Dunkeln diene. Diese Funktion der Stäbchen werde durch das Fluoreszenzvermögen des Sehpurpurs[3] und aufserdem noch durch eine chemische Thätigkeit desselben vermittelt. Er konstatierte späterhin die (auch von VON KRIES gefundeneu nd

---

[1] Man vergleiche hierzu die kritischen Bemerkungen von W. KRAUSE in *Schmidts Jahrb. d. ges. Med.* 249. 1896. S. 203 ff.

[2] *Compt rend.* 93. 1881. S. 286 f.; 99. 1884. S. 937 ff.; 101. 1885. S. 821 ff; *Arch. gén. de méd.* 7. Série. 7. T. 1881. S. 411 ff.; *Ann. d'ocul.* 112. 1894. S. 228 ff.

[3] In Wirklichkeit kommt ein wesentliches Fluoreszenzvermögen nicht dem Sehpurpur selbst, sondern dem Zersetzungsprodukte desselben, dem Sehweifs, zu, und auch dieses wird aufser vom Überviolett höchstens nur noch vom Violett erregt (KÜHNE in *Hermanns Handb. d. Physiol.* 3. 1, S. 287 ff.)

in gleicher Weise verwertete) Thatsache, daſs durch die Dunkeladaptation die absolute Empfindlichkeit für die grünen und blauen Strahlen weit mehr gesteigert wird, als für die langwelligeren Strahlen, und er führte dieses Verhalten, sowie die andere Thatsache, daſs für das Dunkelauge alle Farben (mit Ausnahme des Rot) bei geringer Intensität farblos werden, darauf zurück, daſs die besonderen Bethätigungsweisen des Dunkelauges im wesentlichen nur auf der Funktion der Stäbchen beruhen. Als eine wichtige Bestätigung dieser Ansicht führte er ferner an, daſs nach seinen Beobachtungen eine Spektralfarbe, welche nur auf die Netzhautgrube einwirkt, auch bei eingetretener Dunkeladaptation niemals farblos erscheint. Auch das PURKINJEsche Phänomen führt PARINAUD (ähnlich wie VON KRIES) auf die Zusammensetzung unseres Sehorganes aus dem Stäbchen- und Zapfenapparat zurück.

Die Ansicht PARINAUDS, daſs die Hemeralopie auf eine mangelhafte Sehpurpurproduktion zurückzuführen sei, wurde von verschiedenen Forschern angenommen, z. B. von KUSCHBERT (*Dtsch. med. Wochenschr.* 1884. S. 342), welcher darauf aufmerksam machte, daſs nach KÜHNES Untersuchungen die Netzhaut der Nachtraubtiere, insbesondere der Eulen, auffallend reich an Sehpurpur sei. Hemeralopie ist nach KUSCHBERT nichts Anderes, als „verlangsamte Adaptation an verminderte Beleuchtung". TREITEL (*Arch. f. Ophthalm.* 31. 1. S. 139 ff., 33. 1. S. 31 ff. und 2. S. 73 ff.), welcher letztere Ansicht vom Wesen der Hemeralopie eingehend vertrat, sprach sich, allerdings nur mit Reserve, auch für die Annahme aus, daſs diese Beeinträchtigung der Fähigkeit, sich an das Dunkel zu adaptieren, auf einer Herabsetzung der Sehpurpurproduktion beruhe.

Durch die Theorie von EBBINGHAUS, nach welcher die Umwandlung des Sehpurpurs in Sehgelb den Gelbprozeſs und die Umwandlung des Sehgelb in Sehweiſs den Blauprozeſs darstellt, wurde die Aufmerksamkeit weiterer Kreise wieder auf den Sehpurpur gelenkt. A. KÖNIG (*Berl. Ber.* 1894. S. 577 ff.) wies auf Grund eigener Untersuchung der Absorptionsverhältnisse des Sehpurpurs darauf hin, „daſs die Absorption in dem Sehpurpur proportional ist dem Reizwerte des Lichtes 1. bei totaler Farbenblindheit und 2. bei Dichromaten und Trichromaten auf so niederer Helligkeitsstufe, daſs noch keine Farbenunterscheidung möglich ist." Er entdeckte ferner gleichfalls

die Thatsache, dafs innerhalb der Fovea monochromatisches Licht im allgemeinen sofort mit einem farbigen Charakter über die Schwelle tritt. Diese Nachweisungen Königs gaben den Anstofs zu den Untersuchungen, welche von Kries[1] über die Funktion des Stäbchenapparates veröffentlicht hat. von Kries erblickt gleichfalls in dem Stäbchenapparat einen Apparat, der zur Wahrnehmung im Dunkeln bestimmt sei, nur Helligkeitsempfindungen liefere und in seiner Funktion wesentlich auf dem Verhalten des Sehpurpurs beruhe, der nach den früheren Ausführungen von von Kries direkt selbst den Sehstoff der Stäbchen darstellt. Er hat (ganz abgesehen von denjenigen seiner Aufstellungen, die sich in ähnlicher, wenn auch zum Teil weniger eingehender Weise auch bei Parinaud finden) das besondere Verdienst, gezeigt zu haben, wie sich die bisher behaupteten Abweichungen von der Konstanz der Farbengleichungen und diejenigen Resultate, welche zur Behauptung eines Wanderns des neutralen Punktes im Spektrum der Gelbblausichtigen Anlafs gegeben haben, unschwer erklären lassen, wenn man die Zusammensetzung unseres Sehorganes aus den beiden verschieden funktionierenden Apparaten, dem Zapfen- und dem Stäbchenapparate, berücksichtigt. Die ursprünglich von ihm gehegte Vermutung, dafs auch die Erscheinungen des wiederkehrenden Sehens (recurrent vision) in einfacher Weise aus dieser Duplizität unseres Sehapparates zu erklären seien, fand von Kries bei näherer Untersuchung allerdings nicht bestätigt. Wohl aber führte ihn letztere Untersuchung zur Feststellung der Thatsache, dafs das Phänomen des wiederkehrenden Sehens in der stäbchenfreien Gegend des Fixationspunktes ausbleibt (so wie es auch für einen Hemeralopischen nicht zu bestehen schien) und in wesentlichem Grade von dem Adaptationszustande des Auges abhängt.

§ 38. Die besondere Funktionsweise der Stäbchen und ihre Konsequenzen.

Die Stellung, welche wir den im Vorstehenden erwähnten Thatsachen und Anschauungen gegenüber einnehmen, drückt sich in folgenden Sätzen aus:

---

[1] *Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg.* 1894. Bd. 9. Heft 2 (1); *diese Zeitschr.* 9. 1896. S. 81 ff. (2); 12. 1896. S. 1 ff. (3) und S. 81 ff. (4); *Arch. f. Ophthalm.* 42. 3. S. 95 ff. (5); *Centralbl. f. Physiol.* 8. S. 694 ff. (6).

1. Die Stäbchen stellen in der That einen Dunkelapparat, d. h. einen Apparat dar, welcher zur Wahrnehmung im Dunkeln weit besser befähigt ist als der Zapfenapparat, und zwar vollführen sie diese Verrichtung mittelst des Sehpurpurs.

2. Der Sehpurpur erfüllt seine Funktion als Adaptationsstoff[1] dadurch, dafs er als optischer Sensibilisator für die Erweckung des *W*-Prozesses dient und aufserdem auch noch das Volumen der Stäbchenaufsenglieder beeinflufst (§ 23, S. 377 ff., § 26, S. 400 ff.).

3. Die eigentlichen Sehstoffe, welche den *W*- und *S*-Prozessen zu Grunde liegen (das *N*-, *W*- und *S*-Material), sind in den Zapfen und Stäbchen dieselben. Demgemäfs sind auch die *W*- und *S*-Prozesse in beiden Arten von Gebilden von ganz gleicher Qualität.

4. Die Stäbchen dienen nicht ausschliefslich der Wahrnehmung im Dunkeln, sondern unterstützen auch die Wahrnehmungen des Hellauges.

Die Ansicht, dafs die chromatischen Netzhautprozesse nur in den Zapfen, nicht auch in den Stäbchen ausgelöst werden können, ist nicht unwahrscheinlich, aber noch nicht streng erwiesen. Man stützt diese Ansicht häufig auf die Behauptung, dafs entsprechend der Abnahme, welche der Farbensinn bei zunehmendem Abstande von der Macula lutea erfahre, auch die Zahl der Zapfen bei zunehmender Entfernung von der Macula immer geringer werde. Allein schon Max Schultze (a. a. O. S. 225 f.) ist letzterer Behauptung mit Bestimmtheit entgegengetreten: „Mit Ausnahme des gelben Fleckes und seiner allernächsten Umgebung, in welcher die Zapfen noch etwas dichter stehen, ist, soweit meine Beobachtungen reichen, ein Unterschied in der Verteilung von Stäbchen und Zapfen in verschiedenen Regionen der menschlichen Retina nicht vorhanden." Dasselbe wie M. Schultze hat neuerdings wiederum W. Krause (*Schmidts Jahrbücher d. in- u. ausl. ges. Med.*, 1896, S. 98) mit Entschiedenheit behauptet.

Die Annahme, dafs die chromatischen Netzhautprozesse nur

---

[1] Dafs der Sehpurpur nur als eine Adaptationssubstanz anzusehen sei, hat schon Chr. Ladd Franklin (*Psychol. Rev.* 1. 1895. S. 146 f.) hervorgehoben gegenüber der Behauptung Königs, dafs der Sehpurpur den zur Erweckung der Grau- und der Blauempfindung (!) dienlichen Sehstoff darstelle.

in den Zapfen entstehen, wird an Wahrscheinlichkeit sehr bedeutend gewinnen, wenn mit Sicherheit nachgewiesen wird, dafs ein Ausfall der Zapfenfunktion stets mit totaler Farbenblindheit verbunden ist. Die Ansicht indessen, dafs jeder Fall von totaler Farbenblindheit einfach auf einen Ausfall der Zapfenthätigkeit zurückzuführen sei, ist als eine sehr irrige zu bezeichnen. Die totale Farbenblindheit kann sehr verschiedenen (peripherischen oder zentralen) Ursprunges sein. In eklatantester Weise wird die soeben erwähnte Ansicht durch den bekannten, von Förster (*Arch. f. Ophthalm.*, 36, 1, S. 94 ff.) beobachteten Fall zentraler Störung widerlegt, in welchem der noch fungierende Teil beider Sehorgane total farbenblind war und sich auf die Macula lutea beschränkte. Auch mag hier daran erinnert werden, dafs es ganz unmöglich ist, die verschiedenen Arten partieller Farbenblindheit (Mangel des Rotgrünsinnes und Mangel des Gelbblausinnes) in äufserlicher Weise durch den Ausfall der Funktion besonderer Arten anatomisch unterscheidbarer Netzhautelemente zu erklären.

5. Wie auch sonst die Beimischung eines optischen Sensibilisators zu einem lichtempfindlichen Gemische die photochemischen Wirkungsfähigkeiten, welche die verschiedenen Spektralfarben dem Gemische gegenüber besitzen, in ihrer Stärke verändert, so haben wir auch den verschiedenen Spektralfarben in Beziehung auf die Stäbchen gewissermafsen zwei Hauptarten von Weifsvalenzen, nämlich *H*-Weifsvalenzen und *D*-Weifsvalenzen (Weifsvalenzen des Hellauges und des Dunkelauges) zuzuschreiben. Die *H*-Weifsvalenzen der Spektralfarben kommen in Betracht, wenn die Stäbchen arm an Sehpurpur sind, und sind mit den Weifsvalenzen, welche die Spektalfarben für die Zapfen besitzen, wesentlich identisch. Die *D*-Weifsvalenzen bestehen für die purpurreichen, an das Dunkel adaptierten Stäbchen. Denken wir uns den Purpurgehalt der Stäbchen von einem geringen Werte an, wie ein solcher den Stäbchen des Hellauges zukommt, allmählich mehr und mehr erhöht, so ändern sich die Weifsvalenzen der Spektralfarben für die Stäbchen in der Weise, dafs an die Stelle der *H*-Weifsvalenzen solche Werte treten, welche sich den *D*-Weifsvalenzen immer mehr nähern und zuletzt ganz mit diesen übereinstimmen.

6. Aus Vorstehendem lassen sich ohne Weiteres die Bedingungen ableiten, unter denen eine Mischungsgleichung bei

einer in gleichem Verhältnisse stattfindenden Intensitätsänderung der beteiligten Lichter konstant bleibt.

Eine Mischungsgleichung bleibt konstant, wenn die betreffenden Lichter nur auf die Macula lutea wirken und mithin die Stäbchenvalenzen derselben ganz aufser Betracht bleiben (von Kries, 2, S. 91, und 3, S. 25).

Eine Mischungsgleichung bleibt ferner gültig, auch wenn die betreffenden Lichter ausschliefslich oder wenigstens zum Teil auf extramakulare Netzhautstellen wirken, falls die Netzhaut an das Helle adaptiert ist und dieser Zustand der Helladaptation während der Versuche sich nicht merkbar ändert. Bei diesem Zustande ist die Menge des in den Stäbchen vorhandenen Sehpurpurs so gering, dafs die für die Stäbchen bestehenden Weifsvalenzen der verschiedenen Lichter wesentlich mit den *H*-Weifsvalenzen übereinstimmen. Demgemäfs besteht auch, wie von Kries (3, S. 25) bemerkt, für die Hellgleichungen nur ein geringfügiger Unterschied zwischen Fovea und Nachbarteilen.

Ändert sich dagegen bei Versuchen, bei denen die betreffenden Lichter auch auf extramakulare Netzhautstellen wirken, der Adaptationszustand in merkbarem Grade, so dafs die Lichter bei geringer Intensität auf erheblich purpurreichere Stäbchen wirken als bei hoher Intensität, so müssen die für hohe Intensitäten geltenden Mischungsgleichungen sich nach Abschwächung aller Lichter in dem Sinne als unrichtig erweisen, dafs dasjenige Gemisch, welchem die höheren *D*-Weifsvalenzen zukommen, einen Überschufs von farbloser Helligkeit erhält (von Kries, 2, S. 102).[1]

---

[1] Hierher gehört auch die Erwähnung der soeben veröffentlichten Versuche von König (*Berl. Ber.*, 1896, S. 945 ff.), nach denen ein weifs erscheinendes Gemisch zweier Komplementärfarben, welches bei Betrachtung mit dem Hellauge gleich hell erscheint, wie ein weifses Vergleichslicht von der physikalischen Zusammensetzung des Sonnenlichtes, je nach den Wellenlängen der beiden Komplementärfarben heller oder dunkler erscheint als das Vergleichslicht, wenn man Gemisch und Vergleichslicht nach hinlänglicher Abschwächung mit dem Dunkelauge betrachtet. Auch hier erscheint selbstverständlich das Gemisch der beiden Komplementärfarben bei der Betrachtung mit dem Dunkelauge heller oder dunkler als das Vergleichslicht, je nachdem die *D*-Werte der Weifsvalenzen für das Gemisch gröfser oder kleiner sind als für das Vergleichslicht. Diese Versuche von König haben nichts ergeben, was sich auf Grund der hier vertretenen Auffassung der Stäbchenfunktion nicht vorhersehen liefs.

Es versteht sich nach Vorstehendem von selbst, dafs unter den in Rede stehenden Umständen eine Mischungsgleichung bei herabgesetzter Intensität der Lichter sich umso merkbarer in der angegebenen Richtung als ungültig erweisen wird, auf je gröfserem Felde sie beobachtet wird, d. h. je mehr die betreffenden Empfindungen von dem Verhalten der für die Stäbchen bestehenden Weifsvalenzen abhängig sind. Auch müssen natürlich die individuellen Verschiedenheiten, welche hinsichtlich des Purpurgehaltes der Stäbchen sowie hinsichtlich der Schnelligkeit bestehen, mit welcher sich derselbe nach Verdunkelung des Gesichtsfeldes vermehrt, hier eine wesentliche Rolle spielen.

7. Es ist hier noch die Thatsache zu erklären, dafs bei den von Hering (*Pflügers Arch.* 49, 1891, S. 563 ff.) und von von Hippel (*Über totale angeborene Farbenblindheit*, Berlin, 1894) näher untersuchten und noch anderen Achromaten (total Farbenblinden) die Weifsvalenzen der Farben auch bei gewöhnlicher Helligkeit mit den Weifsvalenzen des normalen Dunkelauges übereinstimmten und sich als unabhängig von der absoluten Lichtstärke erwiesen. Um diese Thatsache zu verstehen, mufs man eine bisher nicht weiter berücksichtigte Eigentümlichkeit, welche die Achromaten von dem hier in Rede stehenden Typus zeigten, in Erwägung ziehen. Hering berichtet nämlich von seinem Farbenblinden Folgendes: „Helles Licht belästigt ihn. Bei grofser Helligkeit tritt Flimmern und Verschwimmen der Sehobjekte ein. In der Dämmerung sieht er sehr gut, überhaupt bei schwacher Beleuchtung besser als bei starker.“ (S. 564). „In einem sehr schwach beleuchteten Raume unterschied der Farbenblinde besser als ich und andere Farbentüchtige; besonders in der ersten Zeit nach der Verdunkelung des Raumes war dies auffallend“ (S. 575). Genau dasselbe berichtet von Hippel (a. a. O. S. 2 f.) von seiner Farbenblinden. Die Blendung durch helles Licht, das gute Sehen in der Dämmerung, das Vorhandensein eines die Norm übertreffenden Sehens namentlich in der ersten Zeit nach der Verdunkelung des Raumes, alle diese an beiden Achromaten in ganz gleicher Weise beobachteten Erscheinungen, die doch auch in Erwägung gezogen sein wollen, erklären sich in einfachster Weise, wenn man annimmt, dafs bei diesen Farbenblinden die Stäbchen sich einer sehr lebhaften Sehpurpurproduktion erfreuten, so dafs dieselben auch beim Bestehen einer gewöhnlichen Helligkeit noch reich an Seh-

purpur waren. Verhielt sich aber der Sehpurpurgehalt der Stäbchen dieser Annahme entsprechend, so waren für diese Individuen die Weifsvalenzen der verschiedenen Farben auch bei gewöhnlicher Helligkeit mit den *D*-Weifsvalenzen merkbar identisch, und eine bei gewöhnlicher Helligkeit hergestellte Farbengleichung mufste sich als merkbar unabhängig von der Lichtstärke erweisen, weil eben auch bei (nicht blendenden) höheren Helligkeiten die *D*-Weifsvalenzen der Lichter noch die mafsgebenden waren.[1]

Für den Umstand, dafs in den Augen der Achromaten von dem hier erörterten Typus eine so lebhafte Sehpurpurproduktion stattfindet, lassen sich Erklärungen unschwer erdenken. Man kann z. B. annehmen, dafs gewisse Nährstoffe sowohl bei der Herstellung chromatischer Sehstoffe als auch beim Aufbau des Sehpurpurs Verwendung finden. Komme nun aus irgendwelchem Grunde die Bildung der chromatischen Sehstoffe in Wegfall, so werde natürlich der Herstellung des Sehpurpurs die gesamte Menge jener Nährstoffe zur Verfügung gestellt. Man kann fragen, ob durch den soeben angedeuteten Gesichtspunkt nicht auch die Thatsache zu erklären sei, dafs die auf der Mitwirkung des Sehpurpurs beruhenden Abweichungen von der Konstanz der Farbengleichungen gerade bei manchen Dichromaten besonders deutlich hervorgetreten sind (man vergleiche z. B. von Kries, 2, S. 107 und 5, 108 ff.)

Auch dasjenige, was von den übrigen Achromaten der hier in Rede stehenden Art in allerdings weniger eingehender Weise mitgeteilt wird, stimmt zu der Annahme, dafs bei den Achromaten von diesem Typus die Stäbchen sich einer besonders lebhaften Sehpurpurproduktion erfreuen. Der von König und Dieterici (*diese Zeitschrift* 4, S. 253 ff.) und Uhthoff (*Arch. f. Ophthalm.*, 32, 1, S. 201) untersuchte Achromat, der aller-

---

[1] Angenommen, bei den hier in Rede stehenden Achromaten habe nur die chromatische Thätigkeit der Zapfen, nicht aber auch ihre *W*- und *S*-Erregbarkeit gefehlt, so würde man in dem Falle, dafs man nur mit sehr kleinen zu fixierenden (auf der Macula lutea sich völlig abbildenden) Feldern operiert hätte, gefunden haben, dafs die Weifsvalenzen nicht die *D*-Werte, sondern die *H*-Werte besafsen. War hingegen bei diesen Farbenblinden die Zapfenthätigkeit überhaupt ganz ausgefallen, so würde man auch bei Versuchen mit sehr kleinen zu fixierenden Feldern gefunden haben, dafs die Weifsvalenzen die *D*-Werte besafsen.

dings zugleich einen mäfsigen Grad von Albinismus zeigte, war „ausgesprochener Nyktalop, eine helle volle Tagesbeleuchtung beeinträchtigt wegen der Blendung seine Sehschärfe . . . . während bei schwachen Beleuchtungsintensitäten seine Sehschärfe unverhältnismäfsig gut ist, ja relativ gerechnet entschieden höher als beim normalen Auge." Und DONDERS (*Arch. f. Ophthalm.*, 30, 1, S. 80) berichtet über den von ihm beobachteten Achromaten, bei welchem die Weifsvalenzen der Farben gleichfalls schon bei gewöhnlicher Helligkeit die *D*-Werte besafsen, dafs herabgesetzte Sehschärfe und Lichtscheu bestand. „Starkes Licht, zumal Tageslicht blendete; nur bei gemäfsigtem Lichte wurde gut und andauernd gesehen." Wenn DONDERS weiter berichtet, dafs zugleich „Torpor" bestanden habe, nach Adaptation sei zwei oder dreimal mehr Licht nötig gewesen, um einen Helligkeitseindruck hervorzurufen oder die Figuren in dem Kästchen von FÖRSTER zu unterscheiden, so scheint uns diese Mitteilung nur eine interessante Bestätigung unserer Auffassung des Sehpurpurs zu enthalten. Es ist festgestellt (EDER, a. a. O. I, 1, S. 252 und II, S. 38), dafs optische Sensibilisatoren in zu starker Konzentration die Lichtempfindlichkeit der betreffenden Gemische nicht erhöhen, sondern sogar bedeutend herabdrücken. Findet nun wirklich bei den Achromaten der hier in Rede stehenden Art eine abnorm lebhafte Sehpurpurproduktion statt, so steht zu vermuten, dafs gelegentlich ein Fall vorkommt, wo bei der Dunkeladaptation der Sehpurpurgehalt der Stäbchen so hohe Werte erreicht, dafs die Reizbarkeit der Stäbchen stark verringert ist. Ein solcher Fall scheint der von DONDERS beobachtete gewesen zu sein. Lichtscheu einerseits und Torpor nach Dunkeladaptation erscheinen von vorneherein als zwei Phänomene, deren Nebeneinanderbestehen schwer begreiflich sei. Ihr Nebeneinanderbestehen in dem DONDERSschen Falle läfst sich aber ohne Weiteres verstehen, wenn man unsere Ansicht von der sensibilisatorischen Rolle des Sehpurpurs in konsequenter Weise durchführt.

Da nicht anzunehmen ist, dafs bei allen Achromaten die Sehpurpurproduktion eine abnorme Lebhaftigkeit besitzt, z. B. der zur Erklärung einer solchen abnorm lebhaften Sehpurpurproduktion oben angeführte Gesichtspunkt völlig für solche Fälle versagt, wo die totale Farbenblindheit durch eine Affektion des Sehnerven oder noch zentralerer Teile bewirkt ist, so ist

es nichts weniger als zu verwundern, daſs auch von solchen Achromaten berichtet wird, bei denen die spektrale Helligkeitsverteilung bei gewöhnlicher Beleuchtung dieselbe war wie bei den Farbentüchtigen, also das Maximum der Helligkeit im Gelb und nicht im Grün lag. Hierher gehören der von BECKER (*Arch. f. Ophthalm.*, 25, 2, S. 205 ff.), der von SCHÖLER und UHTHOFF und die beiden von KÖNIG[1] beobachteten Fälle. In keinem dieser Fälle wird uns berichtet, daſs der Farbenblinde bei verhältnismäſsig nicht hoher Lichtintensität durch Blendung gestört worden sei, nach plötzlicher Verdunkelung des Raumes hingegen besser als normale Personen gesehen habe.

In einem von MAGNUS (dessen Originalbericht mir unzugänglich war) anscheinend nur unzulänglich untersuchten, von KÖNIG (a. a. O. S. 376 f.) erwähnten Falle scheint allerdings die spektrale Helligkeitsverteilung ihr Maximum für den Achromaten gleichfalls im Gelb gehabt zu haben, während zugleich Lichtscheu bestand. Indessen Lichtscheu allein kann sehr verschiedenen Ursprunges sein, in Albinismus, ungenügender Pigmentwanderung u. a. m. ihren Grund haben, und weist durchaus nicht ohne Weiteres auf eine besondere Lebhaftigkeit der Sehpurpurproduktion hin.

Mit den meisten der bisher berichteten Fälle von totaler Farbenblindheit — man vergleiche die lange Liste bei L. MAUTHNER, *Farbenlehre*, Wiesbaden, 1894, S. 114 ff. — läſst sich in den uns hier interessierenden Beziehungen gar nichts anfangen, weil sie hinsichtlich der für uns wichtigen Punkte gar nicht oder nur ganz ungenügend untersucht sind. Dies gilt z. B. auch von dem von KREYSSIG (*Mitteil. aus d. ophthalmiatr. Klinik in Tübingen*, 2, 1890, S. 232 ff.) berichteten Falle.

Daſs die Lage des Maximums der spektralen Helligkeitsverteilung bei den Achromaten der hier an erster Stelle erörterten Art von der Pigmentierung der Augenlinse nicht unabhängig ist, braucht nach dem Früheren (§ 6, S. 30) hier nicht nochmals bemerkt zu werden.

Was die in vielen Fällen totaler Farbenblindheit beobachtete Herabsetzung der Sehschärfe anbelangt, so hat VON KRIES (6, S. 696 f.) gezeigt, „daſs die Stäbchensehschärfe der Normalsehenden und die Sehschärfe jener total Farbenblinden sich innerhalb ähnlicher (nicht einmal sehr weiter) Grenzen.... bewegen. Zunächst scheint daher die Annahme nicht ausgeschlossen, daſs in den erwähnten Fällen von totaler Farbenblindheit lediglich Mangel oder Funktionsunfähigkeit des Zapfenapparates vorliegt, während die sonstigen Verhältnisse, insbesondere die räumliche Verteilung der Stäbchen, mit der Norm übereinstimmen." (Über das verschiedene Verhalten der Zapfen- und der Stäbchensehschärfe vergleiche man die vorläufige Mitteilung von J. KÖSTER im *Centralbl. f. Physiol.* 10. 1896. S. 433 ff.)

Durch unsere obigen Ausführungen scheint der Einwand erledigt, den

[1] Man vergleiche A. KÖNIG in den *Beitr. z. Psychol. und Physiol. d. Sinnesorg.*, Hamburg und Leipzig 1891, S. 377 ff.

von Kries (2, S. 117) gegen die Annahme einer nur sensibilisatorischen Wirksamkeit des Sehpurpurs erhebt und darauf gründet, dafs „die Helligkeitsverteilung im Spektrum für die Monochromaten keine oder jedenfalls keine sehr auffällige Abhängigkeit von absoluter Lichtstärke und Adaptationszustand zu zeigen scheint." Die von von Kries ursprünglich zu Grunde gelegte Annahme, dafs der Sehpurpur ein Sehstoff und zwar der ausschliefsliche Sehstoff der Stäbchen sei, scheint uns, abgesehen von dem früher (§ 23, S. 377 ff.) Bemerkten, sehr schwer mit der von Kühne (*Hermanns Handb. d. Physio.*, 3, 1, S. 331) festgestellten Thatsache vereinbar zu sein, dafs „Kaninchen, welche keine Zapfen oder keine purpurfreien Sehzellen zu besitzen scheinen", mit völlig ausgeblichener Netzhaut „ganz gewifs sehen". Auch der Umstand, dafs (soweit nicht die Pigmentierung der Macula lutea störend wirkt) die Hellgleichungen auf allen Teilen der Netzhaut dieselben sind, ist der Annahme, dafs die *W*-Prozesse in den Stäbchen von anderer Art seien und an anderen Substraten sich abspielten, als in den Zapfen, nicht gerade günstig. Wie schon angedeutet, hat von Kries (4, S. 132) neuerdings seine Stellung gegenüber der von uns vertretenen Auffassung vom Sehpurpur etwas geändert.

8. Eine zu dürftige Sehpurpurproduktion mufs notwendig Hemeralopie zur Folge haben, und es ist kein Zweifel, dafs manche Fälle von Hemeralopie auf einer zu geringen Lebhaftigkeit der Sehpurpurproduktion beruhen.[1] Soweit die Hemeralopie letzteren Ursprunges ist, müssen bei dem Hemeralopen die durch das Eingreifen des Sehpurpurs bedingten Abweichungen von der Konstanz der Farbengleichungen weniger deutlich hervortreten, als der Norm nach der Fall ist.

9. Die spektrale Kurve der *D*-Weifsvalenzen ist mit der Kurve der Weifsvalenzen identisch, die man bei eingetretener Dunkeladaptation erhält, und die man mit gröfserer oder geringerer Annäherung auch unter gewöhnlichen Beleuchtungsverhältnissen bei denjenigen Achromaten erhält, deren Netzhäute sich durch eine abnorm lebhafte Sehpurpurproduktion auszeichnen. Über die spektrale Kurve der *H*-Weifsvalenzen hingegen erhalten wir Auskunft durch die spektrale Helligkeits-

[1] Man vergleiche von Kries, 5, S. 119 ff. Nach den Beobachtungen von Schmidt-Rimpler (*Augenheilkunde*, 5. Aufl., S. 143) trifft die Ansicht, dafs die Hemeralopie auf einer Verlangsamung der Adaptation beruhe, nur in einzelnen Fällen zu. Es wird aber natürlich auch solche Individuen geben, bei denen der Sehpurpurgehalt der Stäbchen selbst nach sehr langem Aufenthalt im Dunkeln keinen genügenden Wert besitzt, und vielleicht auch solche. bei denen die Stäbchenthätigkeit überhaupt fehlt.

verteilung, welche solche Achromaten, bei denen eine gesteigerte Sehpurpurproduktion nicht besteht, bei vollendeter Helladaptation ergeben. Auch eine Bestimmung der Weifsvalenzen der Farben mittelst der peripherischen Farbenblindheit mufs, falls sie bei vollendeter Helladaptation ausgeführt wird und bei solcher überhaupt genügend sichere Resultate liefert,[1] gleichfalls die (für die extramakularen Netzhautteile gültigen) H-Weifsvalenzen ergeben. Die beiden neutralen Stellen im Spektrum der Gelbblaublinden können gleichfalls über das Verhältnis, in welchem die H-Weifsvalenzen dieser Stellen zueinander stehen, Auskunft geben.[2] Ferner können auch die des Rotgrünsinnes entbehrenden partiell Farbenblinden zur ungefähren Bestimmung der Verhältnisse dienen, in denen die H-Weifsvalenzen solcher Spektralfarben, die einer und derselben „Endstrecke" angehören, zueinander stehen. Endlich scheint es fast, insbesondere nach den von Schenk (*Pflügers Arch.*, 64, 1896, S. 624 ff.) mitgeteilten Versuchsresultaten, als ob auch die von Rood eingeführte und von Schenk weiter entwickelte „Intermittenzmethode" zur Bestimmung der H-Weifsvalenzen gegebener Farben (und zwar zunächst Pigmentfarben) dienlich sein könne.

Wie schon angedeutet, unterscheidet sich die spektrale Kurve der H-Weifsvalenzen von der spektralen Kurve der D-Weifsvalenzen dadurch, dafs das Maximum bei ersterer im Gelb, bei letzterer im Grün liegt, und dafs überhaupt (entsprechend den Absorptionsverhältnissen des Sehpurpurs) die grünen und blauen Töne in letzterer Kurve weit günstiger gestellt sind als in ersterer. Indessen gilt der Satz, dafs die roten Töne ebenso wie hinsichtlich der D-Werte auch hin-

[1] Über die Schwierigkeiten, die es hat, die peripherische Farbenblindheit bei eingetretener Helladaptation zu konstatieren, vergleiche man Hering in *Pflügers Arch.*, 60, 1895, S. 533 f.

[2] Bei dem von Hering (*Pflügers Arch.*, 57, 1894, S. 317 ff.) näher untersuchten Gelbblaublinden zeigte sich bei helladaptiertem Auge das Verhältnis zwischen der Weifsvalenz einer kurzwelligen neutralen Stelle und der Weifsvalenz einer langwelligen neutralen Stelle beträchtlich geringer, als nach den mit dem Dunkelauge bestimmten Werten der Weifsvalenzen beider Spektralstellen erwartet worden war. Wenn Hering in diesem Verhalten einen Beweis dafür erblickt, dafs bei diesem Farbenblinden eine quantitative Anomalie der Reizwerte der blauen Lichter bestanden habe, so kann man die Zulänglichkeit dieses Beweises bezweifeln.

sichtlich der H-Werte der Weiſsvalenzen hinter den grünen Tönen bedeutend zurückstehen. Nur ist natürlich dieses Zurückstehen der roten Töne an der D-Kurve der Weiſsvalenzen noch viel stärker ausgeprägt als an der H-Kurve. Auf die Gültigkeit des soeben aufgestellten Satzes, von dem wir schon früher (§ 17, S. 433 ff.) wichtige Anwendung gemacht haben, weist bereits die bekannte Thatsache hin, daſs man durch fortgesetzte Steigerung der Lichtstärke des Sonnenspektrums zwar das Grün und die übrigen Farben, nicht aber auch das Rot in reines Weiſs überzuführen vermag (man vergleiche hierüber Brücke in den *Wien. Ber.*, 77, 1878, 3. Abt., S. 62 f.). Auch gewisse Versuche von von Kries (*Die Gesichtsempfindungen und ihre Analyse*, S. 114 f.), für welche allerdings eine vollendete Helladaptation des Auges nicht anzunehmen ist, ergaben, „daſs von allen Teilen des Spektrums Rot einer physiologisch gesättigten Farbe am nächsten steht.... und Grün am weiſslichsten ist.“

Der Umstand, daſs das Maximum der Lichtabsorption für den Sehpurpur der Säugetiere, Vögel und Amphibien im Grün liegt, ist wohl mit dem Grün der Vegetation (dem Dunkel der Wälder, Ch. Ladd Franklin, a. a. O.) in Zusammenhang zu bringen. Wenn nach den Untersuchungen von Köttgen und Abelsdorff (*Berl. Ber.*, 1895, S. 921 ff.) bei den Fischen das Absorptionsmaximum des Sehpurpurs nach dem Gelb hin verschoben ist und der Sehpurpur der Fische die gelben Strahlen viel mehr absorbiert, als der Sehpurpur der erwähnten anderen Tierarten, so steht dies in leicht ersichtlichem Zusammenhange mit der Thatsache, daſs durch das Wasser gerade die gelben Strahlen bei weitem am stärksten absorbiert werden (man vergleiche z. B. Spring im *Bullet. de l'acad. royale de Belgique*, 1896, Sér. 3, T. 31, S. 251 f.).

10. Das Purkinjesche Phänomen, soweit es durch Herbeiführung der Dunkeladaptation bewirkt wird, beruht im wesentlichen auf der Verschiedenheit der H- und der D-Werte der Weiſsvalenzen. Die Thatsache, daſs die Herstellung dieses Phänomens durch Bewirkung der Dunkeladaptation für die Fovea nicht gelingt (von Kries, 5, S. 97 ff.), und die weitere Thatsache, daſs wenigstens in manchen Fällen von Hemeralopie eine sehr starke Herabsetzung des Purkinjeschen Phänomens nachweisbar ist (von Kries, 5, S. 120 f.), bilden bemerkenswerte

Bestätigungen dieser Auffassung des Phänomens. Auch die von HERING (*Pflügers Arch.*, 60, 1895, S. 533 f.) hervorgehobene Thatsache, daſs man das PURKINJEsche Phänomen unter Umständen schon dadurch erzeugen kann, daſs man die Netzhautstellen, auf welche das rote und das grüne (blaue) Licht wirken, peripheriewärts verschiebt, läſst sich unschwer durch die Verschiedenheit der *H*-Werte und *D*-Werte der Weiſsvalenzen erklären.

HERING hat gezeigt, daſs eine rote und eine grüne Lichtfläche, welche auf weiſsem Grunde gleich hell erscheinen, auch dann einen Helligkeitsüberschuſs der grünen Fläche ergeben, wenn man ohne Verrückung des Fixationspunktes den weiſsen Grund schnell durch einen schwarzen ersetzt und so die verdunkelnde Kontrastwirkung beseitigt, welche von dem weiſsen Grunde auf beide Lichtflächen ausgeübt wird. Diese Form des PURKINJEschen Phänomens scheint auf den ersten Blick nicht anders erklärt werden zu können als so, daſs man annimmt, die Helligkeit einer Gesichtsempfindung sei in einem sehr wesentlichen Grade auch von der chromatischen Komponente der psychophysischen Erregung abhängig, so daſs die rote Lichtfläche, um der grünen an Helligkeit gleich zu erscheinen, gemäſs der gröſseren Verwandtschaft des Rot zum Weiſs einer geringeren Weiſsvalenz bedürfe, als die grüne Fläche besitze. Werde nun die verdunkelnde Kontrastwirkung des Grundes beseitigt, so helle sich infolge seiner stärkeren Weiſsvalenz das Grün mehr auf als das Rot.

Allein die soeben angedeutete Auffassung scheint uns doch auf Schwierigkeiten zu stoſsen. Nach derselben wäre zu vermuten, daſs das PURKINJEsche Phänomen sich durch die Verdunkelung des Grundes um so auffälliger herstellen lieſse, je ausgeprägter die Farbigkeit des Rot und des Grün sei, und daſs diese Art der Herstellung des Phänomens bei helladaptiertem Auge nicht schlechter, sondern eher besser gelinge, als bei einem an ein gewisses Halbdunkel adaptierten Auge. Die eigenen Ausführungen HERINGS (a. o. a. O., S. 526) belehren uns indessen eines anderen. Wir erfahren, daſs der Versuch „einen trüben Tag oder eine Abendstunde, wo die Beleuchtung nur eben noch zum Lesen oder dergl. bequem zureicht", erfordert. Man soll die Lichtstärke der auf weiſsem Grunde erscheinenden roten und grünen Fläche so gering nehmen, daſs „man die

schwärzlich gewordenen Farben eben noch erkennt", oder gar noch geringer. Der Versuch gelingt besser bei indirekter Betrachtung der beiden Lichtflächen als bei direkter Betrachtung. Alle diese (von mir bestätigt gefundenen) Einzelheiten lassen sich durch die oben angedeutete Auffassung nicht erklären. Man sieht vielmehr, daſs die Farbigkeit der Empfindungen der beiden Flächen eine nur unwesentliche Rolle spielt, hingegen es sehr wichtig ist, daſs die Versuche bei einem Adaptationszustande des Auges angestellt werden, bei welchem die Werte der Stäbchenweiſsvalenzen den *D*-Werten erheblich nahestehen. Man kann in der That die hier in Rede stehende Form des Purkinjeschen Phänomens samt allen hier mitgeteilten, dieselbe betreffenden Einzelheiten ohne Weiteres erklären, wenn man die (auch an und für sich gar nicht unplausible) Annahme macht, daſs die von einer weiſsen Fläche ausgehende indirekte Reizung die Stäbchen stärker als die Zapfen betrifft, so daſs bei dem hier in Rede stehenden Versuche die Beseitigung der verdunkelnden Kontrastwirkung des weiſsen Grundes immer diejenige der beiden Farben sich stärker aufhellen läſst, deren Helligkeitseindruck in höherem Grade auf der Erregung der Stäbchen beruht[1]. Wird der Versuch bei völlig helladaptiertem Auge angestellt, so ist der Unterschied zwischen den Stäbchenvalenzen der beiden Farben nicht mehr so bedeutend, daſs der Versuch bei der Unsicherheit der Helligkeitsvergleichung ausgeprägt farbiger Flächen und bei der komplizierten Mitwirkung anderweiter Faktoren ein deutliches Resultat geben kann.

11. Wie nach Vorstehendem nicht weiter ausgeführt zu werden braucht, beruhen auch diejenigen Erscheinungen, welche zur Lehre von der spezifischen Helligkeit der Farben in erster Linie Anlaſs gegeben haben, sehr wesentlich (wenn auch nicht ausschlieſslich) auf der Verschiedenheit der *H*- und *D*-Werte der Weiſsvalenzen. Bestimmen wir mit dem Dunkelauge die Weiſsvalenz eines lichtschwachen Rot (Gelb), indem wir dasselbe auf gleiche Helligkeit mit einem Weiſs von bestimmter physikalischer Zusammensetzung einstellen, und vergleichen wir hinterher mit dem Hellauge das Rot und das

[1] Vorausgesetzt ist hier dem früher Bemerkten gemäſs, daſs die indirekte Netzhautreizung von dem zweiten der beiden Teilvorgänge ausgeht, aus denen sich jeder durch Licht in der Netzhaut erweckte Vorgang zusammensetzt.

Weiſs, nachdem wir ihre Lichtstärke in gleichem Verhältnisse genügend verstärkt haben, so muſs uns jetzt das Rot heller erscheinen als das Weiſs, weil sich beim Übergange von der Dunkeladaptation zur Helladaptation die Stäbchenweiſsvalenz des weiſsen Lichtes weit mehr verringert hat, als diejenige des roten Lichtes. Das umgekehrte Resultat muſs man erhalten, wenn man den Versuch statt mit einem roten oder gelben Lichte mit einem grünen oder blauen anstellt. Die Triftigkeit der psychophysischen Betrachtungen, die wir früher (§ 5, S. 23ff.) im Anschluſs an das fünfte psychophysische Axiom hinsichtlich der spezifischen Helligkeit der Farben angestellt haben, bleibt natürlich nach wie vor bestehen. Ich werde in einer nächstfolgenden experimentellen Untersuchung Resultate mitzuteilen haben, welche einen Einfluſs der Farbe auf die Helligkeit in unzweideutigster Weise darthun.[1]

12. Bei den Versuchen, welche König und Brodhun (*Berl. Ber.*, 1888, S. 917ff. und 1889, S. 641ff.) über die Frage angestellt haben, wie sich die Gröſse der Unterschiedsschwelle bei verschiedenen Farben verhalte, hat sich ergeben, „daſs, wenn man eine passende Wahl der Beleuchtungseinheiten für die verschiedenen Spektralfarben trifft, der Gang der Unter-

[1] Thatsächlich sind in der vorliegenden Litteratur zahlreiche sogenannte Helligkeitsbestimmungen von Farben verzeichnet, bei denen ganz sicher die Farbigkeit der betreffenden Empfindungen von wesentlichem Einflusse auf das Urteil gewesen ist. Aber es fragt sich eben, inwieweit diese Fälle nicht solche waren, in denen die Versuchsperson infolge mangelhafter Instruktion, Unachtsamkeit u. dergl. überhaupt nicht über die Helligkeit, sondern über die Eindringlichkeit der betreffenden Empfindungen geurteilt hat. Man muſs die Versuchsperson direkt dahin instruieren, über die Weiſslichkeit und nicht über die Eindringlichkeit zu urteilen. Man vergleiche hierzu Schenk, a. o. a. O. S. 623ff.

Was die von Sachs (*Pflügers Arch.*, 52, 1892, S. 79ff., *Arch. f. Ophthalm.*, 39, 3, S. 108ff.) den Lichtern zugeschriebenen „motorischen Valenzen" (d. h. Stärkegrade des Vermögens, Reflexverengung der Pupille auszulösen) anbelangt, so läſst sich die Ansicht, daſs die motorische Valenz eines Lichtes von der Gesamtstärke der durch das Licht erweckten Sehnervenerregung (also auch von den chromatischen Komponenten der letzteren) abhänge und mithin in einer gewissen Beziehung zur Eindringlichkeit der betreffenden Gesichtsempfindung stehe, mit allem demjenigen, was Sachs gefunden hat, durchaus vereinen. Es ist schon von vornherein äuſserst unwahrscheinlich, daſs die motorische Valenz sich nur nach der Weiſslichkeit der Gesichtsempfindung bestimme.

schiedsschwellen in ihrer Abhängigkeit von den absoluten Lichtstärken für gröfsere Intensitäten nur kleine unsichere Unterschiede zeigt. Dagegen zeigt sich bei den geringeren Beleuchtungsstärken ein beträchtlicher Unterschied zwischen den brechbaren und weniger brechbaren Farben. Bei den ersteren, den blauen Farben, sind alsdann viel kleinere Unterschiede der objektiven Lichtstärke wahrnehmbar als bei den rotgelben Farben.“ Es liegt mehr als nahe, dieses Verhalten dahin zu deuten, dafs bei schwacher Beleuchtung die Unterschiedsschwelle für die grünen und blauen Strahlen deshalb so viel geringer sei als für die gelben und vollends die roten Strahlen, weil bei schwacher Beleuchtung die Unterschiedsempfindlichkeit für die grünen und blauen Strahlen durch die Mitwirkung des Sehpurpurs bedeutend gefördert wird. Bei starker Beleuchtung hingegen spielt der Sehpurpur keine Rolle, und demgemäfs ist dann die Unterschiedsempfindlichkeit für die verschiedenen Farben merkbar gleich. Mit dieser Auffassung steht auch die weitere Versuchsthatsache in bestem Einklang, dafs die für Weifs gültige (auf die absolute Lichtstärke als Abscisse bezogene) Kurve der relativen Unterschiedsempfindlichkeit sich bei höheren Intensitäten mit der Kurve der für die Farben bestehenden Unterschiedsempfindlichkeit deckt, bei niederen Intensitäten hingegen zwischen denjenigen beiden Kurven verläuft, welche die Unterschiedsempfindlichkeit für die langwelligeren und die Unterschiedsempfindlichkeit für die kurzwelligeren Strahlen in ihrer Abhängigkeit von der Lichtstärke darstellen. Dieselbe Erklärung wie das hier erörterte Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit haben natürlich auch analoge Resultate zu finden, die sich hinsichtlich der Abhängigkeit der Sehschärfe von der Farbe herausgestellt haben (Helmholtz, *Physiol. Optik*, 2. Aufl., S. 425 ff.).

13. Was endlich das wiederkehrende Sehen anbelangt, so ist durch die Untersuchungen von von Kries doch noch nicht eine völlige Aufklärung des Thatbestandes gegeben, z. B. noch gar keine bestimmte Stellungnahme gegenüber denjenigen Angaben ermöglicht, nach denen eine mehr als einmalige Wiederkehr desselben Gesichtseindruckes vorkommt. Es mufs daher die Entscheidung zwischen den verschiedenen sich darbietenden Erklärungsmöglichkeiten vertagt werden, insbesondere auch die Entscheidung der Frage, inwieweit bei den Erscheinungen des

wiederkehrenden Sehens die indirekte Netzhautreizung eine wesentliche Rolle spielt.[1] Eine von von Kries untersuchte total Farbenblinde konnte die Wiederkehr des Gesichtseindruckes nicht wahrnehmen. Sollte dies nicht einfach daraus zu erklären sein, dafs das Phänomen des wiederkehrenden Sehens nach den Untersuchungen von von Kries bei sehr hohem Sehpurpurgehalte der Netzhaut (nach sehr langer Dunkeladaptation) ausbleibt, und nach unseren früheren Darlegungen (S. 168 ff.) die Stäbchen mancher Achromaten sich auch schon unter gewöhnlichen Umständen eines sehr grofsen Sehpurpurreichtums erfreuen?

Kapitel 6.

Die beiden Typen der Gelbblausichtigen.

§ 39. Unmittelbare und mittelbare Valenzen.

Dafs der Unterschied, der zwischen den beiden Typen der des Rotgrünsinnes entbehrenden Individuen (Gelbblausichtigen) besteht, durch eine verschieden starke Pigmentierung der Macula lutea und der Augenlinse nicht erklärt werden kann, ergiebt sich aus Versuchsresultaten, welche Donders (*Arch. f. Anatom. u. Physiol.* 1884, S. 528) und von Kries (*Centralbl. f. Physiol.* 10, 1896, S. 148 ff.), und zwar letzterer unter ausdrücklicher Hervorhebung ihrer theoretischen Bedeutsamkeit, veröffentlicht haben. Beide Forscher liefsen eine gröfsere Anzahl Gelbblausichtiger eine Gleichung zwischen Lithiumrot und Natriumgelb, also zwischen zwei Farben herstellen, für welche die Lichtabsorption durch das Pigment der Macula und Augenlinse nicht in Betracht kommt. Und es zeigte sich, dafs die eine Gruppe jener Farbenblinden einer weit gröfseren, vier- bis fünfmal so grofsen, Menge von Lithiumrot bedurfte als die andere Gruppe, um die subjektive Gleichheit zwischen dem Lithiumrot und Natriumgelb bei einer gegebenen Intensität des letzteren zu erzielen. Wir wollen die beiden hiernach zu unterscheidenden Gruppen der Gelbblausichtigen in Anlehnung

[1] Man übersehe nicht den Umstand, dafs nach der Beschreibung von von Kries (4, S. 88) bei unvollkommenem Auftreten des wiederkehrenden Sehens nur der dunkle Hof zu sehen ist, welcher bei besserer Ausbildung des Phänomens das sekundäre helle Bild umgiebt.

an die frühere, freilich äufserst verfehlte, Unterscheidung von Rotblinden und Grünblinden kurz als die Rotgrünblinden und Grünrotblinden bezeichnen. Es ist nun sehr leicht, die Verschiedenheiten, die nach den hier erwähnten Versuchsresultaten und anderweiten Untersuchungsergebnissen zwischen den Rotgrünblinden und Grünrotblinden bestehen, vom Standpunkte der von uns vertretenen Anschauungen aus zu erklären, wenn man sich dessen erinnert, was wir früher (§ 26, S. 398 f.) über die möglichen Wechselwirkungen zwischen solchen Netzhautprozessen, die nicht antagonistischer Art sind, bemerkt haben.

Wenn spektrales Rot neben seiner Rotvalenz zugleich eine Gelbvalenz besitzt, so kann dies einen doppelten Grund haben. Erstens kann das rote Licht direkt auf das lichtempfindliche Material des Gelbblausinnes wirken (unmittelbare Gelbvalenz des roten Lichtes). Zweitens kann die chemische Umwandlung, welche das rote Licht an dem lichtempfindlichen Materiale des Rotgrünsinnes direkt bewirkt, nebenbei ein Umwandlungsprodukt liefern, welches zu den Komponenten des Gelbmateriales gehört, und dessen Vermehrung durch die Einwirkung des roten Lichtes nach dem Gesetze der chemischen Massenwirkung gleichfalls dahin wirken mufs, ein Überwiegen der *E*-Reaktionen über die *B*-Reaktionen zu bewirken (mittelbare Gelbvalenz des roten Lichtes). Um die Anschauungen zu fixieren, wollen wir uns folgendes Beispiel denken.[1] Die chemische Wirkung, welche der (unmittelbaren) Rotvalenz eines Lichtes direkt entspricht, bestehe darin, dafs das *N*-Material des Rotgrünsinnes in gewisse Stoffe *a*, *b*, *c* umgewandelt wird. Von letzteren Stoffen seien *a* und *b* Komponenten des *R*-Materiales, dessen Umwandlung in *G*-Material den *R*-Prozefs darstellt. Der Stoff *c* hingegen sei an dem *R*-Prozesse nicht mitbeteiligt, wohl aber gehöre er zu den Komponenten des *E*-Materiales, indem die Wirkung einer (unmittelbaren) Gelbvalenz auf das *N*-Material des Gelbblausinnes darin bestehe, letzteres Material in die Stoffe *c*, *d*, *e* umzuwandeln, deren weitere Umwandlung in *B*-Material den *E*-Prozefs darstellt. Geht man von diesen (oder anderen äquivalenten) Annahmen aus, so ergeben sich folgende Konsequenzen:

[1] Man vergleiche zum Nachstehenden § 21, 347 ff. Es handelt sich im Nachfolgenden lediglich um eine konsequente Anwendung des Prinzips der chemischen Massenwirkung.

Jedes mit einer unmittelbaren Rotvalenz begabte Licht besitzt zugleich eine mittelbare Gelbsubstanz, welche darauf beruht, daſs durch die Wirksamkeit der Rotvalenz jener zu den Komponenten des *E*-Materiales gehörige Stoff *c* vermehrt wird. Es kommt also dem roten Spektrallicht neben der unmittelbaren Gelbvalenz, die es von einer gewissen Wellenlänge ab besitzt, in seiner ganzen Ausdehnung noch eine mittelbare Gelbvalenz zu.

Jedes Licht, das eine unmittelbare Gelbvalenz besitzt, hat zugleich eine mittelbare Grünvalenz. Denn die Vermehrung des Stoffes *c*, welche bei der durch die Gelbvalenz bewirkten Umwandlung von *N*-Material des Gelbblausinnes in *E*-Material stattfindet, muſs die Umwandlung der Stoffe *a*, *b*, *c* in *N*-Material des Rotgrünsinnes fördern, d. h. im Sinne eines Überwiegens der *G*-Reaktionen über die *R*-Reaktionen wirken.

Ferner muſs jedes mit einer unmittelbaren Grünvalenz begabte Licht eine mittelbare Blauvalenz besitzen; denn die Grünvalenz dient ja direkt dazu, die Umwandlung der Stoffe *a*, *b*, *c* in *N*-Material des Rotgrünsinnes zu fördern, wirkt also im Sinne einer Verringerung der vorhandenen Menge des Stoffes *c*.

Endlich muſs jedes Licht, das eine unmittelbare Blauvalenz besitzt, mit einer mittelbaren Rotvalenz begabt sein.

Es ist nun wohl zu beachten, wie sich die unmittelbaren und mittelbaren Valenzen der Lichtstrahlen in manchen Fällen in ihrer Wirksamkeit gegenseitig verstärken, in anderen Fällen hingegen gegenseitig schwächen. Ist z. B. ein Licht gegeben, welches eine unmittelbare Rotvalenz und eine unmittelbare Gelbvalenz besitzt, so wird die Wirkung der letzteren Valenz durch die mittelbare Gelbvalenz verstärkt, welche aus der unmittelbaren Rotvalenz entspringt. Hingegen wird die Wirkung der unmittelbaren Rotvalenz durch die mittelbare Grünvalenz, welche eine Folge der unmittelbaren Gelbvalenz ist, geschwächt oder (falls die unmittelbare Rotvalenz relativ nur schwach ist) sogar kompensiert oder überkompensiert. Berücksichtigt man nun diese Wechselwirkungen der unmittelbaren und mittelbaren Valenzen, so ergiebt sich, daſs im Spektrum des Farbentüchtigen der Punkt des Urgelb nach links (nach dem langwelligen Ende hin) von dem Punkte der reinen unmittelbaren Gelbvalenz, d. h. von demjenigen Punkte

liegt, welcher, abgesehen von der Weiſsvalenz, nur eine einzige unmittelbare Valenz, und zwar eine unmittelbare Gelbvalenz,[1] besitzt. Ebenso liegen auch die Punkte des Urgrün und Urblau nach links von den Punkten der reinen unmittelbaren Grünvalenz bezw. Blauvalenz.

Hinsichtlich der violetten Strahlen des Spektrums erhebt sich nach Obigem die Frage, ob ihre Rotvalenz ausschlieſslich mittelbarer Art sei, oder diesen Strahlen neben der mittelbaren Rotvalenz, die aus ihrer unmittelbaren Blauvalenz entspringt, auch noch eine unmittelbare Rotvalenz eigen sei. Die Entscheidung dieser Frage hängt, wie sich aus Nachstehendem unschwer ergeben wird, davon ab, ob das Spektrum der Grünrotblinden im Vergleich zu dem Spektrum der Rotgrünblinden am violetten Ende verkürzt ist oder nicht. Im ersteren Falle ist die Rotvalenz des spektralen Violett zum Teil unmittelbarer Art, im letzteren Falle nur mittelbarer Art. Da nun nach dem zur Zeit Vorliegenden hinsichtlich des violetten Endes des Spektrums ein Unterschied zwischen den beiden Typen der Gelbblausichtigen nicht zu bestehen scheint, so haben wir die Rotvalenz der violetten Strahlen des Spektrums für eine nur mittelbare Valenz, die eine Folge der unmittelbaren Blauvalenz dieser Strahlen ist, anzusehen. Es ist bemerkenswert, daſs wir hiernach auf Grund der oben dargelegten Anschauungen ohne Weiteres zu einer Erklärung der eigentümlichen Thatsache gelangen, daſs die Rotvalenz am kurzwelligen Ende des Spektrums wiederkehrt.

§ 40. Die beiden Typen der Gelbblausichtigen.

Was nun den Unterschied der beiden Typen Gelbblausichtiger anbelangt, so beruht derselbe darauf, daſs die Rotgrünblinden des *N*-Materiales des Rotgrünsinnes und der durch die photochemische Umwandlung desselben entstehenden Stoffe *a* und *b* völlig entbehren, während die Grünrotblinden das *N*-Material des Rotgrünsinnes und jene Stoffe *a* und *b* noch besitzen und nur deshalb des Rotgrünsinnes entbehren, weil die nervöse Leitungsbahn nicht von normaler Beschaffenheit ist, oder deſshalb, weil zum Zustandekommen des *R*-Prozesses auſser

[1] Diese unmittelbare Gelbvalenz ist aber dem Obigen gemäſs mit einer mittelbaren Grünvalenz verbunden.

den Stoffen *a* und *b* noch ein anderer, unter normalen Verhältnissen in der Netzhaut bereit liegender Stoff *x* erforderlich ist, welcher eben in der Netzhaut der Grünrotblinden fehlt. Hiernach kommen alle nur mittelbaren Gelb- und Blauvalenzen für den Rotgrünblinden in Wegfall,[1] während sie für den Grünrotblinden noch bestehen. Aus diesem Fundamentalunterschiede beider Arten von Gelbblausichtigen lassen sich nun ohne Weiteres alle unmittelbar in die Beobachtung tretenden Unterschiede derselben ableiten:

1. Da das spektrale Rot neben der unmittelbaren Gelbvalenz, die ihm von einer gewissen Wellenlänge ab zukommt, in seiner ganzen Ausdehnung für den Grünrotblinden noch eine mittelbare Gelbvalenz besitzt, hingegen für den Rotgrünblinden dieser mittelbaren Gelbvalenz entbehrt, so versteht sich ganz von selbst, daſs das Spektrum des letzteren in Vergleich zu dem Spektrum des ersteren an dem langwelligen Ende eine Verkürzung zeigt.

2. Da ferner die mittelbare Gelbvalenz eines langwelligen Lichtes umso geringer ist, je schwächer die sie bedingende unmittelbare Rotvalenz ist, so ist der Betrag, um den die für den Grünrotblinden bestehende aktuelle Gelbvalenz[2] eines langwelligen Lichtes die für den Rotgrünblinden bestehende Gelbvalenz desselben Lichtes übertrifft, von einer gewissen Grenze ab umso geringer, je kleiner die Wellenlänge des Lichtes ist. Dieser Betrag ist sehr bedeutend in der Gegend des Lithiumrot, nur gering in der Gegend des Natriumgelb, und erreicht den Nullwert an dem Punkte der reinen unmittelbaren Gelbvalenz. Hiernach ist es gleichfalls ganz selbstverständlich, daſs, um die subjektive Gleichheit zwischen Lithiumrot und Natriumgelb bei einer gegebenen Intensität des letzteren zu erzielen, der Rotgrünblinde einer weit gröſseren Menge von Lithiumrot bedarf als der Grünrotblinde.

---

[1] Denn z. B. eine mittelbare Gelbvalenz, welche aus einer unmittelbaren Rotvalenz entspringt, hat ja zur Voraussetzung, daſs das *N*-Material des Rotgrünsinnes noch vorhanden sei und durch die Rotvalenz in die Stoffe *a*, *b*, *c* umgewandelt werden könne.

[2] Die aktuelle Valenz ist diejenige Valenz, die für den betreffenden optischen Spezialsinn aus dem Zusammenwirken oder Entgegenwirken der gegebenen unmittelbaren und mittelbaren Valenz thatsächlich resultiert. Für den Rotgrünblinden sind die aktuellen Valenzen mit den unmittelbaren Valenzen identisch.

3. Vom Punkte der reinen unmittelbaren Gelbvalenz ab besitzen die Strahlen des Spektrums neben ihrer unmittelbaren Gelbvalenz noch eine unmittelbare Grünvalenz, aus welcher nach Obigem eine mittelbare Blauvalenz entspringt. Letztere Blauvalenz, welche um so stärker ist, je gröſser die unmittelbare Grünvalenz ist, und nach Obigem nur für den Grünrotblinden, nicht aber auch für den Rotgrünblinden besteht, wirkt der unmittelbaren Gelbvalenz entgegen. Hieraus folgt, daſs von jenem Punkte ab die für den Grünrotblinden bestehende aktuelle Gelbvalenz hinter der für den Rotgrünblinden bestehenden Gelbvalenz zurücksteht, und der sogenannte neutrale Punkt, wo der Wert der aktuellen Gelbvalenz gleich Null geworden ist, in dem Spektrum des Grünrotblinden mehr nach links liegt, als in dem Spektrum des Rotgrünblinden. Der neutrale Punkt des ersteren ist mit dem Punkte, auf den das Urgrün des Farbentüchtigen fällt, identisch. Der neutrale Punkt des Rotgrünblinden liegt im Blaugrün des Farbentüchtigen und deckt sich mit dem Punkte der reinen unmittelbaren Grünvalenz.

Mit Vorstehendem steht es nun wiederum im besten Einklange, wenn von denjenigen Forschern, welche auf Grund ihrer Beobachtungen einen wesentlichen Unterschied zwischen Grünrot- und Rotgrünblinden annehmen, dieser Unterschied vor allem auch dahin charakterisiert wird, daſs das Maximum der Gelbvalenz (der „warmen Valenz") und ebenso auch der neutrale Punkt bei den ersteren mehr nach links im Spektrum liege, als bei den letzteren, und daſs, während der Grünrotblinde ein lichtschwaches Rot mit einem lichtstarken (nicht bläulichen) Grün verwechsele, der Rotgrünblinde umgekehrt ein lichtstarkes Rot mit einem schwachen Grün vertausche. Nach unseren Ableitungen ist eben die spektrale Kurve der aktuellen Gelbvalenz bei den Grünrotblinden ganz dieselbe, wie bei den Farbentüchtigen, während die für den Rotgrünblinden bestehende Gelbvalenz bis zum Punkte der reinen unmittelbaren Gelbvalenz hin geringer, von diesem Punkte ab aber gröſser ist, als die für den Farbentüchtigen bestehende Gelbvalenz. Dieses von uns abgeleitete Verhalten tritt ganz besonders deutlich in gewissen, zum Teil schon oben erwähnten Versuchsresultaten von Donders (a. o. a. O.) hervor. Dieser Forscher ermittelte bei Farbentüchtigen, Grünrot- und Rotgrünblinden, welche Intensität einerseits Lithiumrot (670 $\mu\mu$) und anderer-

seits Thalliumgrün (535 $\mu\mu$) besitzen mufste, um einem gegebenen Natriumgelb (589 $\mu\mu$) an „Intensität" gleich zu erscheinen.[1] Es zeigte sich, dafs das Intensitätsverhältnis zwischen Lithiumrot und Natriumgelb und ebenso auch das Intensitätsverhältnis zwischen Thalliumgrün und Natriumgelb, bei welchem die erstrebte Gleichheit vorhanden war, bei dem Grünrotblinden ziemlich dasselbe war wie bei dem Farbentüchtigen.[2] Bei dem Rotgrünblinden hingegen mufste zu dem genannten Zwecke nicht blofs, wie schon oben erwähnt, dem Lithiumrot eine viel höhere Intensität, sondern aufserdem auch dem Thalliumgrün eine beträchtlich geringere (nur etwa halb so grofse) Intensität gegeben werden, als bei dem Grünrotblinden und Farbentüchtigen erforderlich war.[3]

4. Verfolgen wir nun das Spektrum weiter nach dem kurzwelligen Ende hin, so mufs nach den oben zu Grunde gelegten Anschauungen bis zu dem Punkte der reinen unmittelbaren Blauvalenz hin, von welchem ab die Lichtstrahlen nur noch eine unmittelbare Blauvalenz (nebst der aus dieser entspringenden

---

[1] Bei den Versuchen an Farbentüchtigen besafsen also die miteinander verglichenen und auf „gleiche Intensität" einzustellenden Lichter beträchtlich verschiedene Färbung. Bei den Versuchen an Farbenblinden hingegen handelte es sich um die Herstellung wenigstens angenäherter Farbengleichungen.

[2] Bei dem Farbentüchtigen bedurfte das Lithiumrot zu dem genannten Zwecke wegen der hinzukommenden Roterregung einer etwas geringeren Intensität als bei dem Grünrotblinden.

[3] Hinsichtlich der übrigen oben angeführten Unterschiede der beiden Typen der Gelbblausichtigen vergleiche man z. B. die Ausführungen von Donders im *Arch. f. Ophthalm.*, 27, 1, S. 186 ff. und 30, 1, S. 59 ff. Am wenigsten sichergestellt erscheint die Verschiedenheit der Lage des neutralen Punktes bei beiden Typen, wie dies z. B. die Beobachtungen von König (*Arch. f. Ophthalm.*, 30, 2, S. 155 ff.) zeigen, nach denen übrigens der neutrale Punkt immerhin bei den Grünrotblinden durchschnittlich 3,4 $\mu\mu$ weiter links liegt als bei den Rotgrünblinden. Am eingehendsten hat sich Hering (*Über individuelle Verschiedenheiten des Farbensinnes*, S. 166 ff.) über die Schwierigkeiten verbreitet, die einer genauen Bestimmung der Lage des neutralen Punktes entgegenstehen. In Hinblick auf diese Schwierigkeiten kann es angezeigt erscheinen, sich zunächst an den von von Kries (*diese Zeitschrift*, 9, S. 101 f. und 12, S. 27 ff.) so bezeichneten invariablen Punkt zu halten, und zuzusehen, wie sich dieser Punkt, über den freilich die Akten auch noch nicht geschlossen sind, bei den beiden Arten Gelbblausichtiger verhält.

mittelbaren Rotvalenz) besitzen,[1] die für den Grünrotblinden bestehende aktuelle Blauvalenz über die für den Rotgrünblinden bestehende Blauvalenz überwiegen. Denn die mittelbare Blauvalenz, die aus der unmittelbaren Grünvalenz der für den Farbentüchtigen grünblauen Strahlen entspringt, kommt nur dem Grünrotblinden, nicht auch dem Rotgrünblinden zu Gute. Von dem Punkte der reinen unmittelbaren Blauvalenz ab verhält sich, wie die Beobachtung bestätigt, die Blauvalenz für beide Arten Gelbblausichtiger in ganz gleicher Weise. Wäre die Rotvalenz des violetten Lichtes zum Teil unmittelbarer Art, so würde bei dem Grünrotblinden die aus der unmittelbaren Rotvalenz entspringende mittelbare Gelbvalenz der unmittelbaren Blauvalenz dieses Lichtes entgegenwirken, und das violette Ende des Spektrums würde für den Grünrotblinden schwächer und kürzer sein als für den Rotgrünblinden.

Was die vorstehende Behauptung anbelangt, daſs bis zum Punkte der reinen unmittelbaren Blauvalenz hin die aktuelle Blauvalenz für den Grünrotblinden gröſser sei, als für den Rotgrünblinden, so hat man bisher der Frage, wie sich die beiden Arten Gelbblausichtiger im Gebiete der grünblauen und blauen Strahlen zu einander verhalten, nur geringe Aufmerksamkeit zugewandt, und die individuellen Verschiedenheiten, die hinsichtlich der Pigmentierung der Macula und Augenlinse bestehen, lassen in der That gerade für dieses Gebiet der Lichtstrahlen weniger regelmäſsige Resultate erwarten. Allein nach den (im Übrigen hinsichtlich ihrer Bedeutung hier nicht zu erörternden) von van der Weyde (*Arch. f. Ophthalm.*, 28, 2, S. 13) und von König und Dieterici (*diese Zeitschrift*, 4, 1893, S. 256) auf Grund ihrer Beobachtungen für die beiden Typen Gelbblausichtiger entworfenen „Intensitätskurven der warmen und kalten Empfindung“ ist durchaus darauf zu schlieſsen, daſs innerhalb eines nicht unbeträchtlichen Gebietes von Wellenlängen die aktuelle Blauvalenz für den Rotgrünblinden merkbar schwächer ist als für den Grünrotblinden.[2]

---

[1] Wie leicht ersichtlich, würde es richtiger, aber auch noch umständlicher sein, diesen Punkt als den Punkt der **beginnenden** reinen unmittelbaren Blauvalenz zu bezeichnen.

[2] Man muſs sich nur vergegenwärtigen, daſs sich das Verhalten der aktuellen Blauvalenz an dem Verhalten wiederspiegelt, welches in dem betreffenden Gebiete von Lichtstrahlen die Differenz zwischen den zum

5. Die Gegner der Theorie der Gegenfarben legen großes Gewicht darauf, daß die beiden Arten Gelbblausichtiger zwei scharf voneinander zu unterscheidende Gruppen bilden, deren wesentliche Verschiedenheit voneinander durch jene Theorie nicht erklärt werde. Wir brauchen nach Vorstehendem nicht erst zu bemerken, daß eine derartige Einwendung der von uns vertretenen Form jener Theorie gegenüber mehr als verfehlt sein würde. Wie nach jeder anderen (z. B. auch der von den Anhängern der YOUNG-HELMHOLTZschen Theorie vertretenen) Auffassung des Unterschiedes der beiden Typen Gelbblausichtiger kann man sich natürlich auch vom Standpunkte unserer Auffassung aus Übergangsformen zwischen beiden Typen theoretisch konstruieren.[1] Es ist indessen noch fraglich, inwieweit derartige Übergangsformen wirklich vorkommen.[2] Denn es ist nicht zu übersehen, daß die Unterscheidungsmerkmale, die nach dem Bisherigen zwischen einem Grünrotblinden und einem Rotgrünblinden zu erwarten sind, durch verschiedene Umstände mehr oder weniger verdeckt sein und hierdurch scheinbare Übergangsformen zwischen beiden Typen entstehen können. In erster Linie kommt hier der Umstand in Betracht, daß auch die Erregbarkeit des Gelbblausinnes bei verschiedenen Gelbblausichtigen sehr verschieden sein kann. So kann z. B. ein Grünrotblinder (d. h. also ein Gelbblausichtiger, für welchen auch die mittelbaren Gelb- und Blauvalenzen bestehen) eine erhebliche Verkürzung des langwelligen Endes des Spektrums

---

gleichen Abscissenwerte gehörigen Ordinaten der Kurve der warmen und der kalten Empfindung zeigt.

[1] Da für uns der wesentliche Unterschied der beiden Typen darin besteht, daß für die einen Gelbblausichtigen die unmittelbaren und mittelbaren, für die anderen aber nur die unmittelbaren Gelb- und Blauvalenzen in Betracht kommen, so erhält man Übergangsformen zwischen beiden Typen dadurch, daß man für ein anfänglich rotgrünblindes Individuum die mittelbaren Gelb- und Blauvalenzen immer mehr zur Geltung kommen läßt. Man denke sich also z. B. ein zunächst rotgrünblindes Individuum, welches nicht bloß der Sehstoffe des Rotgrünsinnes entbehrt, sondern, was ja vorkommen kann, außerdem auch noch mit einer durch die Netzhautprozesse des Rotgrünsinnes nicht erregbaren nervösen Sehbahn behaftet ist, und lasse in der Netzhaut dieses Individuums die Sehstoffe des Rotgrünsinnes in allmählich zunehmender Menge entstehen. Dieses Individuum wird sich allmählich in einen Grünrotblinden umwandeln.

[2] Man vergleiche hierzu DONDERS im *Arch. f. Ophthalm.*, 27, 1, S. 204 f. und 30, 1, S. 76, und KÖNIG, ebenda, 33, 1, S. 300.

erkennen lassen, falls bei ihm die Erregbarkeit des Gelbblausinnes stark herabgesetzt ist. Auch die individuellen Verschiedenheiten, die hinsichtlich der Pigmentierung der Macula und der Augenlinse, sowie hinsichtlich derjenigen Faktoren bestehen, auf deren Verschiedenheit auch der Unterschied der sogenannten normalen und anomalen tetrachromatischen Farbensysteme beruht,[1] kommen hier in gleicher Hinsicht in Betracht.

6. Es liegt die Vermutung nahe, dafs dem Schwächerwerden und schliefslichen Schwinden, welches der Rotgrünsinn bei zunehmendem Abstande vom Netzhautzentrum zeigt, ein Sichverringern und schliefsliches Schwinden der Sehstoffe des Rotgrünsinnes entspreche (womit natürlich nicht ausgeschlossen ist, dafs für diejenigen Netzhautteile, welche gar keine Spur des Rotgrünsinnes erkennen lassen, zugleich auch eine Unfähigkeit der zugehörigen nervösen Leitungsbahnen bestehe, durch *R*- oder *G*-Prozesse erregt zu werden). Ist diese Vermutung richtig, so müssen nach unserer Auffassung die peripherischen Netzhautteile rotgrünblind und nicht grünrotblind sein. Und in der That hat Holmgren (*Annales d'oculistique*, 92, 1884, S. 133) auf Grund seiner Beobachtungen die Behauptung aufgestellt, dafs die in Rede stehenden Netzhautteile als „rotblind" zu bezeichnen seien.

7. Endlich hat neuerdings von Kries (*Centralbl. f. Physiol.*, X. S. 100f.) grofses Gewicht auf die Gültigkeit des Satzes gelegt, „dafs jede Gruppe der Dichromaten die für die

---

[1] Der Unterschied der normalen und anomalen tetrachromatischen Farbensysteme, sowie mancherlei individuelle Verschiedenheiten, die bei Augen vorkommen, welche dem gleichen Farbensysteme zugehören (man vergleiche z. B. Donders im *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1884, S. 529 ff.), sind wohl darauf zurückzuführen, dafs die Lösung, in welcher sich die Sehstoffe befinden, thatsächlich von recht komplizierter Beschaffenheit ist, und schon eine geringe Beimengung eines fremden Stoffes oder eine nur geringe Mengenänderung eines die Netzhautprozesse nur indirekt, etwa auf katalytischem Wege, beeinflussenden Stoffes die Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Lichtstrahlen (die spektralen Kurven der verschiedenen Valenzen) in merkbarem Grade zu verändern vermag. Mit dieser Auffassung stimmt im Grunde auch die Ansicht von Helmholtz (*Physiol. Optik*, 2. Aufl., S. 369) überein. Es schien uns verfrüht, die hier angedeuteten Komplikationen schon bei unserer gegenwärtigen, noch recht unvollkommenen Kenntnis der aus ihnen entspringenden Erscheinungen näher zu präzisieren und sozusagen in das physikalisch-chemische Schema der Netzhautprozesse mit aufzunehmen.

andere Gruppe gültigen Mischungsgleichungen im allgemeinen nicht anerkennt, dafs aber Mischungsgleichungen, die für den Trichromaten gültig sind, stets für beide Gruppen der Farbenblinden Gültigkeit haben. Beschränkt man die Beobachtung auf die weniger brechbare Hälfte des Spektrums (bis 550 $\mu\mu$), wo die Maculaabsorptionen nicht störend wirken, so läfst sich dieser Satz mit grofser Präzision bestätigen, am elegantesten in der folgenden Weise: Der Grünblinde stellt eine Gleichung ein zwischen einem homogenen Lichte, z. B. 610 $\mu\mu$ (Orange), und einer Mischung von Rot 670 $\mu\mu$ und Grüngelb 550 $\mu\mu$. Er kann diese erhalten bei jedem beliebigen Verhältnisse dieser beiden Bestandteile in der Mischung. Läfst man eine solche Gleichung von einem Rotblinden prüfen, so kann ihm im allgemeinen das Gemisch sowohl zu hell als zu dunkel, als auch gleich erscheinen. Ob nun das eine oder das andere der Fall ist, kann der Trichromat durch seine Beobachtung a priori angeben: ist das Gemisch für ihn mit dem homogenen Licht gleichfarbig, so wird die Einstellung des Grünblinden vom Rotblinden stets anerkannt; ist das Gemisch dem Farbentüchtigen zu rot, so wird das vom Grünblinden eingestellte Gemischquantum dem Rotblinden zu dunkel sein; ist das Gemisch dem Farbentüchtigen zu grün, so wird das von dem Grünblinden als gleich eingestellte Gemisch dem Rotblinden zu hell sein.“ Hierzu ist Folgendes zu bemerken.

Wenn von einem Farbentüchtigen eine Farbengleichung, z. B. zwischen einem Orange und einem Gemisch aus Rot und Grüngelb, hergestellt ist, so müssen die beiden Farben ganz gleiche unmittelbare und ganz gleiche mittelbare Valenzen besitzen. Denn angenommen z. B., das Orange besitze eine höhere Rotvalenz als das Gemisch, so kann dies allerdings dadurch kompensiert sein, dafs die (von der unmittelbaren Gelbvalenz abhängige) mittelbare Grünvalenz in entsprechendem Grade für das Orange gröfser ist als für das Gemisch. Allein da alsdann nicht blofs die unmittelbare, sondern auch die (nach der unmittelbaren Rotvalenz sich bestimmende) mittelbare Gelbvalenz für das Orange stärker ist als für das Gemisch, so mufs in diesem Falle das erstere gelblicher sein als das letztere. Besitzt das Orange eine stärkere unmittelbare Gelbvalenz als das Gemisch, so kann dies allerdings dadurch kompensiert sein, dafs die mittelbare Gelbvalenz in entsprechendem Grade für das

Orange kleiner ist als für das Gemisch. Allein in solchem Falle mufs für das Orange die unmittelbare Rotvalenz schwächer, die mittelbare Grünvalenz stärker sein als für das Gemisch, mithin ersteres im Vergleich zu letzterem weniger rötlich oder grünlich erscheinen. Ganz analoge Betrachtungen, wie wir soeben an das obige Beispiel einer Farbengleichung angeknüpft haben, lassen sich, wie leicht zu erkennen, hinsichtlich jeder beliebigen Farbengleichung anstellen. Es gilt also ganz allgemein der Satz, dafs den beiden Seiten einer von einem Farbentüchtigen hergestellten Farbengleichung gleiche unmittelbare und gleiche mittelbare Valenzen entsprechen. Hieraus folgt ohne Weiteres die Gültigkeit des oben erwähnten von von Kries betonten Satzes, dafs eine von einem Farbentüchtigen anerkannte Farbengleichung, welche von der individuell wechselnden Pigmentierung der Macula und der Augenlinse nicht beeinflufst wird, sowohl von einem Grünrotblinden als auch von einem Rotgrünblinden anerkannt wird. Denn wenn beiden Seiten einer von einem Farbentüchtigen hergestellten Gleichung gleiche mittelbare und gleiche unmittelbare Valenzen entsprechen, so mufs die Gleichung natürlich auch für den Grünrotblinden gelten, bei welchem die Rot- und Grünvalenzen nicht erregend wirken, und ebenso auch für den Rotgrünblinden, für welchen aufserdem noch die mittelbaren Gelb- und Blauvalenzen in Wegfall kommen.

Setzen wir ferner den Fall, der Grünrotblinde habe eine Gleichung zwischen Orange und einem Gemisch von Rot und Grüngelb in der Weise hergestellt, dafs dem Farbentüchtigen das Gemisch zu rot erscheint, so ist für den Grünrotblinden die Gleichheit beider Farben offenbar dadurch zu stande gekommen, dafs die mittelbare Gelbvalenz des Gemisches (die sich nach der unmittelbaren Rotvalenz des letzteren bestimmt) gröfser ist als die mittelbare Gelbvalenz des Orange, aber die unmittelbare Gelbvalenz des Gemisches in entsprechendem Grade schwächer ist als die des Orange. Es ist selbstverständlich, dafs die in dieser Weise hergestellte Gleichung von dem Rotgrünblinden, für welchen die mittelbaren Gelbvalenzen in Wegfall kommen, in dem Sinne für unrichtig erklärt wird, dafs das Gemisch eine zu geringe Gelbvalenz besitze und mithin zu lichtschwach sei.

Hat der Grünrotblinde die Gleichung zwischen dem Orange und dem Gemisch für sich in der Weise hergestellt, dafs das letztere dem Farbentüchtigen zu grün ist, so beruht die für den Grünrotblinden vorhandene subjektive Gleichheit beider Farben darauf, dafs die unmittelbare Gelbvalenz des Gemisches (nach welcher sich die mittelbare Grünvalenz desselben bestimmt) gröfser ist als die unmittelbare Gelbvalenz des Orange, aber andererseits die (von der unmittelbaren Rotvalenz des Gemisches abhängige) mittelbare Gelbvalenz des Gemisches in entsprechendem Grade kleiner ist als die mittelbare Gelbvalenz des Orange.[1] Es ist wiederum ganz selbstverständlich, dafs die in dieser Weise hergestellte Gleichung dem Rotgrünblinden unrichtig, und zwar die Gelbvalenz des Gemisches zu grofs und das letztere zu lichtstark erscheint. Es lassen sich also auch jene von von Kries geltend gemachten Versuchsthatsachen ohne Weiteres aus den von uns zu Grunde gelegten Anschauungen ableiten. —

Wir haben im Vorstehenden uns genau an diejenigen Unterscheidungsmerkmale und Eigentümlichkeiten der beiden Typen Gelbblausichtiger gehalten, welche von den Gegnern der Theorie der Gegenfarben gefunden und gegen diese Theorie, als nach derselben nicht erklärbar, ins Feld geführt worden sind. Es hat sich gezeigt, dafs sich die vorgebrachten Unterschiede beider Typen ohne Ausnahme aus den von uns zu Grunde gelegten, auf dem Boden jener Theorie sich bewegenden Anschauungen in ganz einfacher Weise ableiten lassen, und zwar so, dafs wir als Zugabe noch obendrein eine einfache Erklärung der Thatsache erhalten, dafs die Rotvalenz im Gebiete der mit einer Blauvalenz begabten Strahlen schliefslich wiederkehrt.

Wie sich ein nachdenklicher Leser bereits selbst gesagt

---

[1] Erscheint das Gemisch dem Farbentüchtigen bedeutend zu grün, so besitzt dasselbe neben seiner unmittelbaren Gelbvalenz keine unmittelbare Rotvalenz, sondern eine unmittelbare Grünvalenz, und die subjektive Gleichheit des Gemisches und des Orange kommt für den Grünrotblinden dadurch zu stande, dafs der Überschufs an unmittelbarer Gelbvalenz, den das Gemisch besitzt, durch die mittelbare Blauvalenz, die aus der unmittelbaren Grünvalenz des Gemisches entspringt, kompensiert wird. In diesem Falle mufs natürlich das Gemisch dem Rotgrünblinden gleichfalls zu lichtstark erscheinen.

haben dürfte, führen die von uns in diesem Kapitel zu Grunde gelegten Anschauungen auch hinsichtlich der des Gelbblausinnes entbehrenden Dichromaten zu wichtigen Schlufsfolgerungen, vor allem zu der Schlufsfolgerung, dafs auch diese Dichromaten in 2 Gruppen zerfallen, die sich dadurch unterscheiden, dafs für die eine Gruppe auch die mittelbaren, für die andere aber nur die unmittelbaren Rot- und Grünvalenzen bestehen. Bei der ersteren Gruppe liegt ein neutraler Punkt im reinen Gelb und ein anderer im reinen Blau, und der violette Teil des Spektrums kommt mit einer Rotvalenz zur Geltung. Bei der zweiten Gruppe hingegen liegt die erste neutrale Stelle im Gelbgrün, das Grün reicht über das reine Blau hinaus bis zum Punkte der reinen unmittelbaren Blauvalenz, und der jenseits dieses Punktes liegende Teil des Spektrums entbehrt in seiner ganzen Ausdehnung der Rotvalenz, das violette Ende des Spektrums ist also verkürzt. Zu der ersteren dieser beiden Gruppen gehört der von Hering (*Pflügers Arch.*, 57, 1894, S. 308 ff.) näher untersuchte Gelbblaublinde, bei welchem die eine neutrale Gegend die Wellenlängen 572 bis 595 $\mu\mu$ umfafste, also die Gegend des reinen Gelb war, die andere neutrale Region die um 475 $\mu\mu$ herumliegenden Wellenlängen umfafste, mithin die Gegend des reinen Blau war. Wie Hering sehr eingehend bewiesen hat, besafsen die violetten Strahlen des Spektrums für diesen Dichromaten eine Rotvalenz, wenn die letztere auch wegen der beträchtlichen, schon in der erheblichen Ausdehnung der beiden neutralen Regionen sich verratenden Schwäche des Rotgrünsinnes sich nicht direkt merkbar machte. Der zweiten der obigen Gruppen gehört der von Holmgren (*Centralbl. f. d. medic. Wissensch.*, 18, 1880, S. 915) beschriebene Fall einseitiger Gelbblaublindheit an. In diesem Falle lag die erste neutrale Stelle „im Gelbgrün", das Grün reichte über den Punkt des reinen Blau hinaus bis etwa zu der Fraunhoferschen Linie G; an dieser hörte das Spektrum absolut auf. Auf die übrigen bisher berichteten, (soweit uns die betreffende Litteratur zugänglich war) teils nicht ausreichend beschriebenen, teils zu ganz anderen Kategorien von Farbensinnstörungen zu rechnenden Fälle sogenannter Gelbblaublindheit kann hier nicht eingegangen werden. —

Wir haben in diesem Kapitel und, wie uns scheint, mit

gutem Erfolge, von einer Annahme Gebrauch gemacht, nach welcher auch solche Netzhautprozesse, die nicht antagonistischer Art sind, in einer gewissen Wechselbeziehung zu einander stehen. Wir möchten die Bemerkung nicht unterlassen, daſs uns zur Zeit noch fraglich erscheint, ob mit dem Bisherigen alle diejenigen Wechselbeziehungen, die unter einander nicht entgegengesetzten Netzhautprozessen in merkbarer Weise bestehen, erschöpft seien. Es giebt noch anderweite, in dieser Abhandlung zum Teil noch garnicht berührte Erscheinungskreise, die uns dazu auffordern, mit der Möglichkeit derartiger Wechselbeziehungen zu rechnen, und einer Untersuchung in dieser Beziehung harren. Auf jeden Fall wird es nachgerade Zeit, daſs man dazu übergehe, diejenigen Thatsachen der Psychophysik der Gesichtsempfindungen, welche auf physikalisch-chemischem Wege zu erklären sind, auf solchem Wege zu erklären, statt z. B. der Einbildung zu leben, daſs es eine wissenschaftliche Erklärung sei, wenn man die Rotgrünblindheit auf ein Zusammenfallen der spektralen Kurven der Rot- und der Grünvalenz zurückführe, ohne auch nur die Spur eines Bedürfnisses erkennen zu lassen, das völlige Zusammenfallen dieser Kurven physikalisch-chemisch begreiflich zu machen. Ein Versuch zu letzterem dürfte freilich auch nie gelingen.

Inhaltsverzeichnis.

Kapitel 1.

Die psychophysischen Axiome und ihre Anwendung auf die Gesichtsempfindungen.

Kapitel 2.

Der Antagonismus der Netzhautprozesse.

Kapitel 3.

Theorie der Netzhautprozesse.

Kapitel 4.

Die Sehnervenerregungen und ihre Abhängigkeit von den Netzhautprozessen.

Kapitel 5.

Die besondere Funktionsweise der Stäbchen.

Kapitel 6.

Die beiden Typen der Gelbblausichtigen.

Weitere Beiträge zum Sehenlernen blindgeborener und später mit Erfolg operierter Menschen, sowie zu dem gelegentlich vorkommenden Verlernen des Sehens bei jüngeren Kindern, nebst psychologischen Bemerkungen bei totaler kongenitaler Amaurose.

Von

Prof. W. Uhthoff
in Breslau.

Die folgenden Mitteilungen, welche wohl auch über den eng spezialistisch ophthalmologischen Rahmen hinaus für weitere Kreise (Physiologen, Psychologen u. A.) einiges Interesse haben dürften, schliefsen sich an frühere Ausführungen über den gleichen Gegenstand an, die ich seiner Zeit mitteilen konnte. Es sind dies die Aufsätze „Untersuchungen über das Sehenlernen eines siebenjährigen blindgeborenen und mit Erfolg operierten Knaben“. (*Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Festgrufs zum 70. Geburtstag H. von Helmholtz*) und „Ein Beitrag zur vorübergehenden Amaurose nach Blepharospasmus bei kleinen Kindern“ (*Sitzungsber. d. Marburger Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturwiss.*, Sitzung vom 9. Dezember 1891). Für beide Kapitel bin ich in der Lage gewesen, neue, wie ich glaube, wertvolle Beobachtungsreihen anzustellen, deren Bekanntgabe verlohnen dürfte.

Auf die Litteratur der einschlägigen Gebiete will ich dieses Mal nicht wieder näher eingehen, sondern in dieser Hinsicht auf meine frühere Mitteilungen verweisen, zumal seit jener Zeit nur sehr wenig Neues auf diesem Gebiete veröffentlicht worden ist (wie z. B. von Francke, „Das Sehen-

lernen eines 26jährigen intelligenten Blindgeborenen", *Beitr. z. Augenheilkde.* XVI. S. 1. 1894, RAEHLMANN, „Über die Rückwirkung der Gesichtsempfindungen auf das psychische und physische Leben", *diese Zeitschr.* Bd. VIII. 1895. S. 401).

Im Anschlufs hieran möge es mir gestattet sein, über eine Beobachtung von hochgradigem doppelseitigen angeborenen Mikrophthalmus mit totaler Amaurose, ohne jede Lichtempfindung, bei einer jetzt 37jährigen Patientin zu berichten, und zwar weniger wegen der Seltenheit des Falles vom ophthalmologischen Standpunkte aus, als wegen des psychologischen Verhaltens der Patientin, die, sehr intelligent, viel über ihren Zustand selbst nachgedacht hatte und gern über eine Reihe von Punkten Auskunft gab, die ein weitergehendes Interesse in Anspruch nehmen dürften. Es handelt sich hier um eine etwas eingehendere Analyse des Seelenlebens eines Mädchens, das niemals von Geburt an eine Spur von Lichtempfindung besessen hat bei sonst guter Intelligenz und intaktem Denkvermögen. Wir werden sehen, wie manche ihrer Angaben auf den ersten Blick sehr überraschend erscheinen, bei genauerer Untersuchung aber doch in der Regel ihre natürliche Erklärung finden.

I. Ein neuer Fall (II) von kongenitaler doppelseitiger Katarakt bei einem 5jährigen später mit Erfolg operierten Knaben.

Seit meiner ersten Mitteilung (s. oben) habe ich Gelegenheit gehabt, noch drei weitere einschlägige Beobachtungen in der Marburger Universitäts-Augenklinik zu machen, von denen zwei kleine blindgeborene Patienten, ein Geschwisterpaar von 3 und 4 Jahren, gleichfalls von mir mit Erfolg operiert wurden, während der dritte Fall in meiner Abwesenheit von Herrn Dr. AXENFELD operiert wurde; jedoch konnte ich auch bei diesem Patienten, einem 5jährigen intelligenten Knaben, die Sehprüfungen nach den Operationen von Anfang an durchführen, und soll in Folgendem über die Ergebnisse dieser Prüfungen eingehender berichtet werden, während ich die vorhin erwähnten beiden kleinen Geschwister aufser Betracht lassen will, da die Angaben und Prüfungsergebnisse bei ihnen als unzureichende bezeichnet werden müssen.

Ich werde mich bei der Mitteilung der Untersuchungsergebnisse bei dem letztgenannten 5jährigen Knaben thunlichst an das frühere Untersuchungsschema halten, um so in möglichst übersichtlicher Weise einen Vergleich mit den früheren Beobachtungen zu ermöglichen. Auch habe ich Gelegenheit gehabt, den zuerst operierten 7jährigen Knaben $2^1/_2$ Jahre nach den damaligen Operationen noch einmal eingehend zu beobachten, und es dürfte nicht ohne Interesse sein, die dabei gewonnenen Daten in Verbindung mit dieser neuen Beobachtung nachträglich noch kurz zu registrieren.

Der Knabe H. W. aus Schmalkalden wurde durch den Herrn Kollegen Kreisphysikus Dr. Lehnebach der Klinik überwiesen und am 13. August 1896 aufgenommen. Derselbe litt an doppelseitiger kongenitaler Cataracta reducta mit teilweiser Verkalkung der Linsen. Die Katarakt-Operationen wurden von Herrn Dr. Axenfeld vorgenommen, wobei es gelang, die rechtsseitige Katarakt so zu extrahieren nach Anlegung einer Iridektomie, dafs eine zentrale freie Lücke entstand, während links anfangs noch erhebliche Staarreste zurückblieben, die sich im Laufe der Zeit erst allmählich resorbierten, so dafs zum Schlufs der Prüfungsperiode auch hier eine freie zentrale Lücke vorhanden war.

Der Knabe war in seiner Erziehung durchaus nicht vernachlässigt worden, im Gegenteil hatte seine Mutter sich offenbar sehr viel mit ihm abgegeben, und dokumentierte sich dies schon vor den Operationen durch das Vorhandensein vieler Begriffe und Anschauungen, die geradezu überraschten und von der Intelligenz des Kleinen ein günstiges Zeugnis ablegten. Herr Dr. Axenfeld hat schon vor der Operation mit dem Kinde eine Reihe von Untersuchungen angestellt, deren Resultate hier teilweise kurz angeführt werden sollen.

Nach Mafsgabe des lokalen Befundes konnte von einem irgendwie erheblichen Sehen vor der Operation nicht die Rede sein, da die reduzierten und kreidig weifsen zum Teil verkalkten Linsen das Pupillargebiet auch nach Anwendung von Atropin ganz deckten. Er konnte die Farben rot, blau und grün in gröfseren Objekten richtig unterscheiden, während das Erkennen von gelb ihm offenbar grofse Schwierigkeiten machte, sonst erkannte er nur Lichtschein, über die Projektion des Lichtscheins machte er keine guten Angaben, zumal er sehr lichtscheu war. Bewegungen grofser Objekte und Personen konnte er aus nächster Nähe undeutlich wahrnehmen. Die begleitende Mutter sagte: „Er sieht gar nichts, hat auch niemals etwas gesehen, schon im Alter von einigen Monaten haben wir den weifsen Schein in beiden Augen bemerkt.“ Eine Schwester des Knaben leidet an doppelseitigem Schichtstaar und wird gleichzeitig mit ihm operiert.

Trotz dieser Aussagen seiner Mutter, die ihn offenbar sehr eingehend beobachtet hat, überrascht der Junge bei genauerer Prüfung durch manche seiner Angaben.

Als der Patient in den Garten geführt wird und man ihm eine

grösere farbige Blume vorhält, behauptet er ganz richtig, das sei eine Blume, und ebenso beim Vorhalten von grünen Blättern ganz richtig, das seien Blätter. Bei genauerer Nachforschung stellt sich heraus, dafs er sich in seinem Urteil über die vorgehaltenen Objekte lediglich durch die äufsern Umstände leiten läfst. In das Zimmer geführt bezeichnet er dieselben Objekte nicht mehr richtig, er benennt nur die Farbe, nur das Bewufstsein, sich im Freien, im Garten zu befinden, hatte ihm offenbar den Schlufs nahegelegt, die vorgehaltenen farbigen Objekte seien Blumen und Blätter. Hielt man ihm im Garten andere farbige Objekte vor, so bezeichnete er dieselben ebenfalls als Blumen.

An den Flufs geführt, behauptete er richtig, das sei „Wasser", wenn der helle Reflex vom Wasserspiegel sein Auge traf, stellte man ihn so, dafs das nicht der Fall war, so erkannte er das Wasser nicht.

Ein Mädchen mit einer weifsen Schürze dicht vor ihn gestellt, nannte er richtig „ein Mädchen", eine männliche Person mit weifser Schürze aber ebenso „ein Mädchen", nur der weifse Reflex der Schürze leitete ihn bei der Beurteilung u. s. w. — Bei genauerer Nachforschung zeigte sich stets, dafs nur äufserliche Momente für ihn bei der Beurteilung mafsgebend waren und dafs von einem eigentlichen gegenständlichen Erkennen nicht die Rede sein konnte.

Von einem Spiegel wufste er, dafs man sich selber in demselben sehen könne, jedoch eben nur von seiner Mutter hatte er das gehört. Wir werden später sehen, was auf diese seine Kenntnis vom Spiegel zu geben war, und wie lange es dauerte, bis sich bei ihm die richtige Erkenntnis vom Spiegelbilde Bahn brach.

Ein grofses weifses Stück Papier und einen weifsen Teller bezeichnete er als „ein Bild".

Als Vögel erkannte er nur diejenigen an, welche wirklich fliegen, jedoch beschränkte sich seine ganze Kenntnis der fliegenden Vögel auf zwei Exemplare (die Lerche und die „Ziske"). Letztere wahrscheinlich ein Staar, der zu Hause im Bauer gehalten wurde.

Hühner und Gänse erkennt er nicht als Vögel an, weil sie nicht fliegen, auch hätten dieselben nicht zwei, sondern vier Beine.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie der Knabe sich trotz seiner Sehstörung eine Reihe von Anschauungen und Vorstellungen gebildet hat, die auf den ersten Blick ein gewisses vorhandenes Sehvermögen zu verraten scheinen, für deren Zustandekommen sich jedoch durchweg eine andere Erklärung auffinden läfst.

Die ersten genaueren Sehprüfungen nach den Operationen beginnen am 27. VIII. 1896.

I. Das Erkennen von Objekten, Personen, Tieren etc.

Bei der ersten Prüfung erkennt er keinen der vorgehaltenen Gegenstände, welche ihm nach dem Gefühl völlig bekannt sind, durch das Gesicht. Eine Reihe von Spielsachen (Ball,

Trompete u. s. w.), mit denen er sich in den letzten Tagen bei verbundenen Augen oder im Dunkeln beschäftigt hat, werden ihm gezeigt, es sind ihm alle ganz unbekannte Dinge. Er darf dieselben jetzt wieder befühlen und dann betrachten, und jetzt gelingt es ihm, schon bei den ersten Versuchen nach einiger Übung auch durch das Gesicht allein einzelne Objekte (wie z. B. die Trompete) richtig zu erkennen und mit dem richtigen Namen zu belegen. Eine Katze erkennt er durch das Gesicht nicht, aber auch als er sie anfühlt, weiſs er nicht zu sagen, um was es sich handelt. Auf die Frage, ob er jemals eine Katze gehabt habe, oder ob zu Hause eine solche sei, antwortet er im verneinenden Sinne. Er packte die Katze ungeschickt und sorglos überall an, ohne sie zu erkennen, sie interessiert ihn offenbar lebhaft. Schlieſslich wird er bei seinen Manipulationen von dem Tier gekratzt, dieses Ereignis macht ihn bedenklich, und scheint er dadurch doch eine gewisse Erinnerung an eine Katze zu bekommen. Bei genauer Nachfrage stellt sich auch heraus, daſs ein Nachbar in seiner Heimat eine Katze besaſs, was ihm offenbar jetzt in die Erinnerung kam. Auf die Frage, was denn eine Katze thue, antwortet er, „sie fängt Mäuse“.

Bei einer Prüfung am 29. VIII. (also 2 Tage später) zeigt sich noch im wesentlichen dasselbe Resultat, doch erkennt er heute schon verschiedene Objekte (Ball, Löffel) durch das Gesicht allein wieder. Abermalige Belehrung im Erkennen von Objekten, welche er betasten und dann mit seinem Auge betrachten darf.

Am 30. VIII. sind im Erkennen von Objekten durch das Gesicht wieder erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Ein Streichholz, eine Streichholzschachtel, ein Thaler, ein Bleistift und ein Schlüssel werden richtig erkannt. Es läſst sich immer wieder mit absoluter Sicherheit nachweisen, daſs er durchaus unfähig ist, ein Objekt mit dem Auge richtig zu erkennen, welches ihm bisher noch nicht gezeigt war, wenn es ihm auch nach dem Gefühl sehr wohl bekannt war.

Auch einzelne Gesichter, die ihm wiederholt gezeigt wurden, erkennt er heute schon richtig.

Auch am 4. IX. 1896 erkennt er manche Objekte durch das Gesicht noch nicht richtig wieder, obschon sie früher schon seinem Tastsinn und seinem Auge zugänglich gemacht

waren und ihm nach dem Gefühl allein sehr wohl bekannt waren. Man konnte hierbei den Einfluſs der Aufmerksamkeit sehr deutlich konstatieren. Wurde er energisch angehalten, eingehendere Studien mit seinen Augen an den Objekten vorzunehmen, wie z. B. durch die Fragen „wie lang ist es“?, „welches Ende ist dünner, und welches ist dicker“?, „welche Farbe hat es“?, so beginnt er, das Objekt mit seinem Blick gleichsam abzusuchen, wandert mit demselben von einem Ende zum andern, giebt die einzelnen Merkmale dann häufig richtig an und kommt so schlieſslich zur richtigen Erkenntnis des Objektes, indem er dasselbe auch richtig benennt, was ihm anfangs nicht möglich war.

Sein besonderes Interesse erregt heute eine weiſse Maus, die man vor ihm auf einem Stuhl umherlaufen läſst, er faſst dieselbe sorglos an, bis dieselbe ihn beiſst. Er hat offenbar nie eine Maus vorher berührt und hat keine Ahnung, was das sein kann. Bei der nächsten Demonstration erkennt er sie sofort wieder durch das Gesicht, ohne sie zu berühren, auch scheut er sich jetzt, sie wieder anzufassen.

Im ganzen macht Patient relativ schnelle Fortschritte im Erkennen von Objekten durch das Gesicht allein, wobei seine Aufmerksamkeit allerdings eine wesentliche Rolle spielt. Aber auch bis in die spätere Untersuchungszeit hinein läſst sich noch immer wieder nachweisen, daſs er Gegenstände durch das Gesicht allein zuerst nicht erkennt, wenn sie ihm auch durch den Tastsinn sehr wohl bekannt sind. Es bedarf bei jedem neuen Objekt erst der Belehrung und der Kontrolle seiner Gesichtsempfindung durch den Tastsinn. Auch sind Veränderungen der Demonstrationsbedingungen sehr wohl im stande, ihn wieder zu verwirren, wie z. B. das Hinhalten einer Streichholzschachtel nicht von der Fläche her, sondern mit der Schmalseite voran u. s. w.

II. Beobachtung des eigenen Spiegelbildes.

Erst einige Tage nach Beginn der Sehprüfungen, am 30. VIII. 1896, wird Patient vor einen groſsen Spiegel (Thür eines Schrankes) geführt. Er sagt zuerst: „Es ist ein Ofen“. — Sinnend steht er dann längere Zeit vor dem Spiegel, zuletzt gefragt, was er sieht, sagt er: „einen Jungen“. — „Ist es nicht ein Mädchen“? — „Nein, ein Junge“. — Er zeigt, wie

grofs derselbe ist. — „Wer ist der Junge“? — „Ich weifs nicht, ich kenne ihn nicht“, antwortet er. — Auf Geheifs zeigt er dann auf die Nase und auf die Augen des Jungen, stöfst dabei aber auf die Spiegelscheibe. Ebenso ergeht es ihm, wenn er versucht, einzelne Körperteile des Bildes zu ergreifen. — „Er ist nicht im Zimmer“ sagt er hierauf spontan.

Aufgefordert, doch den Jungen zu fragen, wie er heifse, schweigt er konstant trotz eindringlichster Aufforderung, die Frage zu thun. Zuletzt sagt er: „er hört mich nicht durch die Scheibe“. Nochmalige dringlichste Aufforderung, die Frage zu thun, ist ebenfalls ohne Erfolg, er ist offenbar fest überzeugt, dafs er keine Antwort erhalten wird.

Gegen den Rand des Spiegels geführt, sieht er den Jungen nicht, er geht dann spontan sofort wieder vor den Spiegel zurück, um den Jungen wiederzusehen, der ihn sehr zu interessieren scheint. Aufgefordert, den Jungen zu schlagen, versucht er es, fährt dabei aber wieder mit der Hand gegen die Scheibe und sagt hierauf wiederum: „Der Junge ist nicht im Zimmer“.

Hierauf gefragt: „Bist Du das selbst dort im Spiegel“? antwortet er mit „nein“. — „Kann man sich denn selbst im Spiegel sehen“? Er antwortet: „Meine Mutter sieht sich selbst im Spiegel“. — „Kannst Du Dich denn nicht auch selbst im Spiegel sehen“? Er sagt: „Nein, ich bin zu klein“. — Hier sei bemerkt, dafs genauere Nachfragen ergeben, dafs seine Mutter für gewöhnlich einen kleinen an der Wand hängenden Spiegel benutzt, an welchen er wegen seiner geringen Gröfse nicht herranreicht.

Bei späteren Prüfungen vor dem grofsen Spiegel äufsert er sich wiederholt dahin, dafs „das kein Spiegel sein könne, es sei ein Fenster; ein Spiegel sei nicht so grofs“. Dagegen nennt er später einen kleineren Spiegel, den man ihm in die Hand giebt, richtig einen „Spiegel“.

Hierauf wird der Knabe an ein Fenster geführt, und er sieht durch die Scheibe in den Garten. Gefragt: „Was siehst Du“? antwortet er „Gras“. — Es wird ihm nun von jenseits mein Gesicht der Fensterscheibe genähert. Er sieht dasselbe und erkennt es richtig „Professor“. — Hierauf wird noch ein zweites Gesicht mit Bart und Brille neben dem meinigen an die Fensterscheibe gebracht, er sagt „auch ein Professor“.

Hierauf das Gesicht eines Mädchens, er sagt „ein Mädchen“. — Es wird jetzt durch die Fensterscheibe hindurch mit dem Knaben gesprochen, er antwortet jetzt und stellt Fragen an uns. Hierauf wird er wieder dem grofsen Spiegel und somit seinem Spiegelbilde gegenüber gestellt, er ist aber nicht zu überreden, das Spiegelbild anzureden, obschon er einen grofsen Spiegel für ein Fenster hält. — Wiederum gefragt, ob er der Junge im Spiegel selber sei, verneint er das.

Erst fünf Tage später, am 4. IX. 1896, werden die Versuche mit dem Spiegel wieder aufgenommen, nachdem er inzwischen keinen Spiegel zu Gesichte bekommen hat und auch Niemand ihm über das Sehen im Spiegel Aufklärung gab. Auch heute erklärt er einen grofsen Spiegel wieder für ein Fenster, sein Spiegelbild nennt er wiederum „einen Jungen“. Er zeigt auf die einzelnen Körperteile des Bildes, ist aber nicht zu bewegen, dasselbe anzureden. Es wird jetzt sein Kopf gefafst und vor dem Spiegel hin und her bewegt; er beobachtet das im Spiegel und sagt, „ich bewege mich“. Trotzdem aber verneint er noch die Frage, ob er sich nicht selbst im Spiegel sehe.

Die Untersuchungen der nächsten Tage vor dem Spiegel bringen ihn in seiner Erkenntnis nicht weiter. Am 17. IX. 1896 zeigt er sich besonders mitteilsam und aufgeweckt, er nennt aber auch heute noch den grofsen Spiegel ein Fenster — „Bist Du der Junge im Spiegel?“ — „Nein“. — „Aber der macht doch immer dasselbe wie Du selbst?“ — „Er sieht es von mir und macht dann so.“ — Auf Geheifs ruft er heute den Jungen an und fragt nach seinem Namen. Da keine Antwort erfolgt, ist er durch nichts zu bewegen, noch weitere Fragen an ihn zu richten.

Auf die Frage: „Wie heifst denn der Junge?“ antwortet er auf einmal „Hugo“ (sein eigener Name) — „Nun, dann bist Du es doch selbst.“ — „Nein, ich bin es nicht, es giebt mehr Jungen, die Hugo heifsen“, ist seine Antwort.

Man kann ihn hierauf leicht bereden, dafs der Junge im Spiegel einen anderen Namen habe, er nennt ihn später immer David (wohl offenbar der Name eines kleinen Kameraden aus der Heimat).

Verschiedentlich versucht er nochmals, den Jungen im Spiegel zu greifen, fährt dabei auf die Scheibe und meint: „er

ist nicht da.“ Er greift hierauf hinter den Spiegel, findet nichts und äufsert hierauf zum ersten Mal: „er sitzt im Holzrahmen drin.“

Gelegentlich sagt er heute zuletzt nach längerer Belehrung, wenn man ihm zeigt, dafs der Junge im Spiegel doch immer dasselbe mache, wie er selbst: „Ja, das bin ich.“ — Im nächsten Augenblick aber ist er auch wieder der festen Ansicht, dafs es ein Fremder sei. Er hat offenbar immer noch keine richtige Vorstellung von seinem Spiegelbilde.

Es folgt jetzt ein Stadium, wo der Knabe zeitweise überzeugt zu sein scheint, dafs er sein eigenes Bild im Spiegel sieht, wenn man ihn besonders darauf hinweist, wie der Junge im Spiegel doch alles genau so mache, wie er selber, und wenn er dahingehende Bewegungen ausführt und dieselben genau beobachtet. Dann sagt er wiederholt: „Ja, das bin ich.“ — Im nächsten Augenblick aber, wenn er sich ganz ruhig vor dem Spiegel hält, ist er wieder überzeugt, dafs er einen fremden Jungen sieht. Er behauptet schliefslich regelmäfsig: „Wenn ich so mache (d. h. z. B. seinen Arm vor dem Spiegel auf und ab bewegt), dann bin ich es; wenn ich nicht so mache, dann ist es ein anderer Junge.“

Es wird ihm zu dieser Zeit ein Brettchen in die Hand gegeben, welches von der einen Seite mit einem blauen, von der anderen mit einem roten Stück Tuch beklebt ist, er hält es vor den Spiegel, so dafs ihm die rote Fläche zugekehrt ist, er im Spiegel aber die blaue Fläche sieht. Diese Erscheinung verwirrt ihn sichtlich und bestärkt ihn in der Annahme, dafs er einen fremden Jungen im Spiegel vor sich habe.

Wenn er seine beiden ausgestreckten Hände dicht vor den Spiegel hält, so zählt er ganz richtig 4, „2 gehören mir, 2 dem Jungen im Spiegel, jeder Mensch hat 2 Hände.“

Erst bei wiederholten weiteren Übungen vor dem Spiegel gewinnt er immer mehr die Überzeugung, dafs er sich selber im Spiegel sehe, jedoch behauptet er auch am 27. IX. 1896 noch gelegentlich, einen fremden Jungen zu sehen.

Immerhin äufsert er heute schon spontan: „Ich wufste es früher nicht, dafs man sich im Spiegel sieht, jetzt weifs ich es.“ Aber trotz dieser Äufserung spricht er noch wiederholt von einem fremden Jungen im Spiegel. Patient gewinnt die richtige Beurteilung seines Spiegelbildes erst ganz allmählich,

und scheint es bei weiteren Versuchen, als ob die Benutzung eines kleineren Spiegels, den er in die Hand bekommt, ihm das richtige Verständnis erleichtert, wohl offenbar deshalb, weil er einen kleinen Spiegel als solchen anerkennt und von seiner Mutter weiſs, daſs dieselbe sich in ihrem kleinen Wandspiegel selbst sieht.

III. Das Erkennen von bildlichen und figürlichen Darstellungen von Personen, Tieren und Objekten macht ihm groſse Schwierigkeiten, namentlich wenn dieselben weit hinter der natürlichen Gröſse zurückbleiben. In der ersten Zeit der Sehprüfungen war es ihm ganz unmöglich, stark verkleinerte Bilder von Tieren, Menschen und Objekten richtig zu deuten. Erst in der späteren Zeit gelang es ihm nach längerer Unterweisung, die Bilder von gewissen Tieren in ziemlich guter farbiger Darstellung richtig zu erkennen.

IV. Das Erkennen der Farben.

Gelingt dem Patienten schon beim ersten Versuch auch bei kleineren Objekten ganz prompt: Rot, Blau und Grün werden richtig angegeben, bis auf Gelb, von dem er behauptet, er wisse nicht, was das sei. Eine einmalige Belehrung genügt aber auch hier, um ihn dauernd darüber aufzuklären. Er benennt es fernerhin stets richtig. Es sei hier bemerkt, daſs Patient auch schon vor der Operation die Farben Rot, Blau und Grün in gröſseren Objekten richtig zu unterscheiden vermochte. — Gefragt, welche Farbe ihm am besten gefalle, antwortet er sofort: „die blaue Farbe", ohne über das Warum weiter Auskunft geben zu können.

V. Über das exzentrische Sehen des Knaben und das Gesichtsfeld.

Eine genauere Gesichtsfeldprüfung des Patienten ist schwer durchführbar, immerhin gelingt es, bei längeren eingehenderen Versuchen nachzuweisen, daſs er ein gröſseres weiſses bewegtes Objekt auch ziemlich weit peripher wahrnimmt, allerdings nicht so weit, wie ein ganz normales Auge. Es bleibt das Gesichtsfeld trotz eindringlichster Aufforderung an den Patienten doch im mäſsigen Grade unregelmäſsig konzentrisch

eingeengt, nach aufsen scheinbar am stärksten. Eine genaue perimetrische Aufnahme ist nicht möglich. Bei späteren Prüfungen werden die Grenzen des Gesichtsfeldes noch als weiter angegeben, immerhin aber als nicht ganz bis zur normalen Ausdehnung reichend.

Sehr auffällig ist auch in diesem Falle wieder, ähnlich wie bei dem früheren (Franz Kroenung), dafs exzentrische Netzhauteindrücke für die Orientierung so gut wie gar nicht verwertet werden. Schon bei den ersten Sehprüfungen am 27. VIII. 1896 macht sich diese Thatsache sehr geltend. Wird er aufgefordert, ein markanteres Objekt (Stück Zucker, weifses Stück Papier u. s. w.) am Fufsboden aufzusuchen, so geht er in gebückter Stellung voran, seine Augen zum Fufsboden gewendet. Nach längerem Bemühen gelingt es ihm in der Regel, das Objekt auch wirklich zu finden, jedoch mufs es ihm gerade in seine Blicklinie kommen. Oft geht er unmittelbar an dem Objekt vorüber, so dafs er offenbar seine exzentrischen Netzhautbilder von dem Objekt sich gar nicht nutzbar machen kann für das Auffinden desselben.

Auch bei seiner Orientierung im Raum tritt die schlechte Verwertung exzentrischer Netzhauteindrücke deutlich zu Tage. Schon bei den ersten eingehenderen Prüfungen am 27. VIII. ist er im stande, gröfsere Hindernisse, die bis in die Höhe seiner Augen reichen, zu vermeiden, namentlich wenn durch dringende Mahnungen seine Aufmerksamkeit geweckt wird. Dagegen stöfst er regelmäfsig an, wenn die in den Weg gestellten Hindernisse niedrig sind, so dafs er nur exzentrische Netzhautbilder von denselben bekommt.

Ein vor ihm hergerollter grofser lebhaft gefärbter Ball erregt sehr sein Interesse, er läuft demselben nach und kann ihn eine Strecke weit verfolgen, sowie ihm aber der Ball aus seiner Blicklinie kommt, verliert er ihn aus den Augen, und ebenso findet er ihn oft nicht mehr auf, wenn derselbe nicht mehr in Bewegung ist.

Wird ihm unvorhergesehen auch ein gröfseres markantes Objekt exzentrisch hingehalten, so sieht er es in der Regel nicht, oft auch nicht, wenn es hin und her bewegt wird, dagegen greift er nach gerade zentral vorgehaltenen Objekten bald ziemlich prompt. Übrigens läfst sich schon nach dreimaligen Übungen am 30. VIII. 1896 eine erhebliche Besserung auch in

der Verwertung exzentrischer Netzhauteindrücke konstatieren, namentlich für bewegte Objekte.

VI. Über das Erlernen des Zählens vorgehaltener Objekte.

Spontan kann Patient bis 30 richtig zählen. Nach dem Gefühl giebt er eine Anzahl von Gegenständen (Finger der vorgehaltenen Hände u. s. w.) richtig an. Am 29. VIII. 1896 (also bei der zweiten Sehprüfung) wird er aufgefordert, die ausgespreizten Finger der vorgehaltenen Hand nach dem Gesicht zu zählen, es ist ihm unmöglich. Er darf sodann einen Finger nach dem andern mit seinem Finger zeigen, aber nicht berühren, und dabei gleichzeitig ansehen, nach einiger Übung bringt er es fertig, die Zahl der Finger richtig anzugeben. Dagegen will es ihm durchaus noch nicht gelingen, mit den Augen allein die Zahl der Finger richtig zu erkennen, auch nicht, wenn dieselbe nur 2 beträgt. Er sieht dabei recht gut, ob die beiden Finger auseinandergespreizt werden oder ob sie stille stehen, aber die Zahl 2 begreift er mit Hülfe seiner Augen allein noch nicht.

Analog verhält sich die Sache, wenn eine Anzahl Streichhölzer auf dunklem Grunde vor ihm hingelegt werden. Mit den Augen allein vermag er sie nicht zu zählen, wohl aber bringt er es nach einiger Übung richtig fertig, wenn ihm gestattet wird, auf das einzelne Streichholz mit dem Finger hinzuzeigen und dasselbe gleichzeitig anzusehen. Er macht hierbei spontan die Äufserung; „Ich kann nicht mit den Augen zählen, nur mit den Fingern“.

Nach einer Reihe methodisch fortgesetzter Versuche gelingt es ihm schliefslich, auch mit den Augen allein eine Anzahl Streichhölzer, welche durch einen Zwischenraum getrennt liegen, richtig zu zählen, indem er mit dem Blick, wie man deutlich verfolgen kann, von einem Hölzchen zum andern wandert. Dieses Wandern des Blickes wird weniger durch Drehung der Augen als seitliche Verschiebungen des Kopfes in der betreffenden Richtung bewerkstelligt. Das Zählen der Streichhölzer erfolgt zuletzt auch noch richtig, wenn das eine horizontal, das andere vertikal gelegt ist, auch vermag er mit seinem Finger ganz richtig anzudeuten, ob das betreffende Streichholz vertikal oder horizontal liegt. Wenn man einige

Streichhölzer vor seinen Augen langsam kreuzweise übereinander legt, so giebt er die Zahl schliefslich auch richtig an, aber doch etwas unsicher. Dagegen findet er sich durch einen kleinen Haufen kreuzweise gelegter Streichhölzer mit den Augen nicht durch, er kann sie nicht richtig zählen.

Bei diesen Prüfungen fällt immer wieder auf, dafs, wenn die Objekte in gröfseren Zwischenräumen vor ihn hingelegt sind, er oft innehält mit dem Zählen, indem er denkt, die Reihe sei zu Ende, er hat dann das etwas weiter exzentrisch gelegene Hölzchen nicht mehr bemerkt.

VII. Wahrnehmung der Formen vorgehaltener Objekte, Schätzung der Entfernungen.

In dieser Hinsicht ist zunächst zu konstatieren, dafs Pat. nach dem Gefühl sehr wohl anzugeben weifs, wie die Form der Objekte, was z. B. rund und was viereckig ist.

Bei der zweiten eingehenden Sehprüfung am 29. VIII. wird ihm ein Thaler auf dunklem Grunde vorgelegt: er sieht ihn und zeigt mit dem Finger auf denselben, weifs ihn allerdings noch nicht zu benennen, da er ihm vorher noch nicht gezeigt ist. Es wird ihm jetzt die Frage vorgelegt: „ist das Ding rund?“ Er sagt: Nein, rund ist es nicht;“ als er dann den Thaler anfühlen darf, benennt er ihn sofort spontan als „rund“. Ähnlich ergeht es ihm mit einem Ei, welches er nach dem Gesicht als „nicht rund“, nach dem Gefühl aber sofort bestimmt als „rund“ bezeichnet.

Auch am folgenden Tage bei nochmaliger Prüfung passieren ihm dieselben Irrtümer, indem er verschiedene runde Objekte bei der Betrachtung mit dem Auge als „nicht rund“, ja sogar zum Teil direkt als „viereckig“ bezeichnet. Sobald er aber die Gegenstände in die Hand bekommt, benennt er die Form richtig. Nach längerer fortgesetzter Prüfung gelingt es ihm zuletzt, einen kleinen viereckigen Kasten mit dem Auge allein auch als „viereckig“ zu erkennen, und auf Geheifs zeigt er sodann die vier Ecken des Kastens richtig. Es liefs sich also bei dem Knaben in der ersten Zeit evident feststellen, dafs er nach dem Gefühl einen richtigen Begriff von der Form hatte, mit dem Auge allein jedoch dieselbe durchaus nicht richtig beurteilen konnte.

Die Schätzung von Entfernungen der vorgehaltenen Objekte bleibt auch bis zum Schlufs der Sehprüfungen am

27. IX. 1896 sehr unsicher, namentlich, wenn es sich um etwas größsere Entfernungen handelt. Etwas besser geht es, wenn das Objekt sich in der Greifweite des Patienten befindet. Auch macht es einen Unterschied, ob das betreffende Objekt ihm an einem dünnen, fast unsichtbaren Faden hingehalten wird, oder ob es ihm mit der Hand und ausgestrecktem Arm gezeigt wurde; letzteres orientierte ihn offenbar etwas besser.

Ich will hier bemerken, dafs die Übungen bis in die letzte Zeit bei dem Patienten monokulär angestellt wurden, erst dann hatte sich auch auf dem zweiten Auge die Katarakt soweit resorbiert, dafs eine zentrale freie Lücke entstand. Eingehende vergleichende Untersuchungen zwischen dem monokulären und binokulären Sehen des Patienten fehlen also in diesem Falle.

VIII. Orientierung im Raum.

Obwohl der Knabe schon bei der ersten eingehenden Sehprüfung am 27. VIII. ein lebhaftes Interesse für sein neugewonnenes Sehvermögen an den Tag legt und auch bald lernt, gröfsere Hindernisse mit Hülfe seines Gesichtssinnes zu umgehen, so kann man bei der dritten eingehenden Prüfung am 30. VIII. doch noch beobachten, wie er, sich selbst in einem fremden Zimmer überlassen, von seinen Augen noch fast gar keinen Gebrauch macht. Er betastet die Gegenstände, schüttelt dieselben, führt sie zum Teil ans Ohr, aber nicht vor das Auge; und doch findet er sich leidlich zurecht durch seinen Gesichtssinn allein, sobald man ihn energisch dazu ermahnt, seine Augen zu benutzen. Er zog es offenbar noch vor, sich in altgewohnter Weise zu orientieren, als sich seines neuerschlossenen Sinnes zu bedienen, dessen Benutzung von ihm erst relativ mühsam erlernt werden mufste.

Besonders hervorzuheben scheint mir noch eine Thatsache, die bei unserem Patienten während der ersten Sehprüfung wiederholt deutlich konstatiert werden konnte. Wenn Patient bei den ersten, auch erfolgreichen Versuchen, ein markantes Objekt auf dem Fufsboden mit den Augen aufzufinden, aufgefordert wurde, auf dieses gefundene Objekt, welches er offenbar sah, mit dem Finger hinzuzeigen, so zeigte er wiederholt ganz beträchtlich an dem Objekt vorbei. Eine wiederholte Nachprüfung ergab ein analoges Resultat. Bei der zweiten Sitzung

schon, am 29. VIII., war diese Erscheinung verschwunden, er konnte jetzt auch mit dem Finger ganz richtig auf das gesehene Objekt hindeuten, Patient hatte offenbar inzwischen schnell gelernt, die Lokalisation eines Objektes im Raume vermittelst seines Auges in Einklang zu bringen mit seinem Muskelgefühl, während er bei der ersten Prüfung es noch nicht ausreichend verstand, durch seinen Gesichtssinn geleitet, die Richtung korrekt anzugeben. Dieses Unvermögen bei dem Patienten war zuerst sehr auffallend und verschwand sehr schnell, jedoch glaube ich, durch wiederholte Prüfung das Faktum sicher konstatiert zu haben. Wurde Patient bei geschlossenen Augen zu dieser Zeit aufgefordert, nach einem Schalleindruck mit der Hand die Richtung zu zeigen, so konnte er das relativ gut, allerdings liefs sich später deutlich feststellen, wie er noch an Sicherheit gewann, wenn er seine zeigende Hand mit dem Auge kontrollieren konnte und dementsprechend die ihn anrufende Person gleichzeitig sah und hörte.

IX. Die Augenbewegungen.

Vor der Operation sowohl, wie auch nachher noch während der Sehprüfungen besteht ausgesprochener Nystagmus. Es ist durchweg nicht ein ganz gleichmäfsiges rhythmisches Hin- und Herzittern der Augen wie bei gewöhnlichem Nystagmus, sondern es sind mehr die unregelmäfsig hin und her irrenden Bewegungen der Bulbi, allerdings immer im assoziierten Sinne, wobei auch eine grofse Neigung von seiten des Patienten besteht, beide Bulbi unter nystagmusartigen Zuckungen unter die oberen Lider zu stellen. Diese Neigung, die Augen nach oben zu rotieren, besteht auch bei den späteren Sehprüfungen noch in sehr ausgesprochener Weise, so dafs Patient bei Aufforderung, ein vorgehaltenes Objekt zu fixieren, dasselbe oft nur exzentrisch mit nach oben gewendeten Augen ansieht und häufig erst bei sehr energischer Mahnung sich entschliefst, dasselbe vorübergehend zentral zu fixieren. Gegen Ende der Sehprüfungen wurde es ihm entschieden leichter, seine Augen richtig zentral einzustellen. Jedoch waren auch bei den späteren Prüfungen sowohl der Nystagmus als auch die Neigung, exzentrisch zu fixieren, noch deutlich nachweisbar.

X. Das psychische Verhalten des Knaben.

Es wurde schon Eingangs erwähnt, dafs der kleine Patient für sein Alter als ein recht intelligenter Junge zu bezeichnen war, man merkte bei ihm sehr deutlich, dafs seine Mutter offenbar um seine geistige Entwickelung sehr lebhaft bemüht gewesen war und sich viel mit ihm abgegeben hatte. Sein Interesse an dem neugewonnenen Sehen war auch als ein reges zu bezeichnen, und unterschied er sich in dieser Hinsicht sehr ausgesprochen von der anfangs völligen Teilnahmlosigkeit unseres früher beobachteten 7jährigen Knaben (F. K.). Und doch überraschten manche Antworten des Knaben bei den verschiedenen Sehprüfungen. Als man ihn bei der ersten längeren Sehprüfung, am Schlusse derselben, wo er schon verschiedene Objekte durch den Gesichtssinn wieder zu erkennen gelernt hatte, fragte, „ob er jetzt besser sehe als früher?“ antwortete er mit „nein“. — Bei der dritten Sehprüfung behauptet er noch auf die Frage: „Kannst Du denn jetzt sehen?“ — „Nein, ich kann nicht ein bischen sehen!“ Bald darauf aber gesteht er zu: „Ja ich kann ein bischen sehen und freue mich darüber. Es ist hübsch, wenn man gucken kann.“ — „Warum ist es hübsch, zu sehen?“ — „Ich weifs nicht, man kann ein Bilderbuch sehen.“ — Bei der späteren Prüfung am 27. IX. entspinnt sich noch folgendes Gespräch: „Freust Du Dich denn, dafs Du sehen kannst.“ — „Ja!“ — „Aber warum freust Du Dich darüber?“ — „Dafs ich nach Hause komme.“ — „Warum ist es denn schön, zu sehen?“ — „Ich weifs nicht, warum.“ — Aus derartigen Äufserungen erhellt, dafs Patient auch in der späteren Periode der Sehprüfungen sein neu erworbenes Sehvermögen noch nicht hoch veranschlagt.

Epikrise nebst Nachträgen zu Fall I. (F. K.)

Werfen wir einen Rückblick auf diese Beobachtungen und ziehen einen Vergleich zwischen diesem und unserem früherem Fall (F. K.), so zeigt sich zunächst, wie auch nicht anders zu erwarten, dafs auch dieser Patient zuerst absolut unfähig ist, irgend ein vorgehaltenes Objekt oder eine Person sofort durch das Gesicht zu erkennen, es bedarf immer erst des vergleichenden Studiums zwischen den Erfahrungen des Tastsinnes, des Gehörsinnes u. s. w. und denen des neu erwor-

benen Gesichtssinnes, bevor das Erkennen durch den Gesichtssinn allein möglich wird. Es ist dies eine Thatsache, die in allen einschlägigen Beobachtungen in der Litteratur wiederkehrt und sich auch auf dem Boden der empiristischen Theorie als unbedingt notwendig ergiebt. Ja, dieses Nichterkennen von Objekten durch den Gesichtssinn allein läſst sich bei unserem Fall I (F. K.) sogar noch nach 2½ Jahren, als er zur Untersuchung wieder in die Klinik gebracht wird, gelegentlich nachweisen. Es giebt jetzt noch einzelne Objekte, die er dem Namen und dem Gefühl nach kennt, die er aber inzwischen nicht Gelegenheit gehabt, durch seinen neuerworbenen Gesichtssinn zu prüfen; er erkennt sie jetzt nach dem Gesicht allein nicht.

Sehr interessant war auch bei dieser zweiten Vorstellung, den Knaben bei der Beobachtung einer Seifenblase (in der Luft schwebend) zu sehen, die er offenbar bis dahin noch nie beobachtet hatte. Er rief „ein Glas", plötzlich platzte die Blase zu seinem gröſsten Erstaunen und er wurde durch die einzelnen Wasserteilchen etwas benetzt, er sagte jetzt sofort „Wasser".

Im ganzen machte unser Fall II (der 5jährige Junge) schnellere Fortschritte im Erkennen von Objekten und Personen durch den Gesichtssinn allein, als Fall I. Letzterer hatte aber auch offenbar vor den Operationen noch weniger gesehen als unser Fall II, da bei ersterem nicht nur verkalkte reduzierte Katarakte, sondern gleichzeitig noch ein Pupillarabschluſs bestand und die Erziehung des Knaben auſserordentlich vernachlässigt war.

Die Ergebnisse in betreff der richtigen Erkenntnis des eigenen Spiegelbildes waren in unserem Fall II fast noch bemerkenswerter als in dem Fall I. Es machte dem kleinen Patienten enorme Schwierigkeiten, das Wesen seines eigenen Reflexbildes im Spiegel richtig zu begreifen, und trotzdem wuſste er schon vor der Operation sehr bestimmt von seiner Mutter, daſs man sich selbst im Spiegel sehen könne. Aber er war überzeugt, daſs er selbst es nicht könne, weil „er zu klein sei". Ganz allmählich macht er Fortschritte, und er macht ein ziemlich andauerndes Zwischenstadium durch, währenddessen er wohl überzeugt ist, daſs er sein eigenes Bild im Spiegel sehe, wenn er seine absichtlich vorgenommenen Bewegungen im Spiegel sieht; gleich darauf aber auch wieder

überzeugt ist, es müsse ein Fremder sein, wenn er sich ruhig vor dem Spiegel verhält. Änderungen der Versuchsbedingungen, wie der Versuch mit der von beiden Seiten verschiedenfarbigen Scheibe im Spiegel, sind geeignet, ihn wieder an der richtigen Natur seines Spiegelbildes zweifeln zu lassen.

Unser Fall I hatte mit ähnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, wie s. Z. geschildert, bis er zur richtigen Erkenntnis kam. Jetzt nach $2^1/_2$ Jahren erkennt er sein Bild sofort richtig im Spiegel wieder. Man bemerkt aber gelegentlich noch sehr gut, wie er, wenn er ganz unerwartet vor einen Spiegel kommt, im ersten Augenblick nicht Bescheid weifs, wer ihm gegenübersteht, aber ein Paar von ihm sofort ausgeführte und beobachtete Bewegungen geben ihm gleich richtigen Aufschlufs. Umgekehrt passiert es ihm aber auch jetzt noch hin und wieder, dafs er das lebensgrofse farbige Bild eines Knaben unter Glas für sein eigenes hält und beginnt, seine orientierenden Bewegungen zu machen, bis er sich bald überzeugt, dafs es nicht sein eigenes Bild ist.

Vergessen darf man bei unseren beiden Patienten nicht, dafs ihre relativ geringe Sehschärfe naturgemäfs das Sehen des Spiegelbildes erschwerte, immerhin lehrt der Erfolg der Sehübungen, dafs dieselbe ausreichte, um schliefslich das richtige Erkennen ganz gut zu ermöglichen. — Dafs es Blindgeborenen und später mit Erfolg operierten Menschen viel leichter werden mufs, Objekte, welche sie durch den Tastsinn schon kennen oder kennen lernen können, auch durch das Gesicht zu verstehen, als einen richtigen Begriff vom Spiegelbilde sowie von Bildern überhaupt zu bekommen, bei deren Erkennen sie ausschliefslich auf den Gesichtssinn angewiesen sind, glaube ich, liegt auf der Hand, und diese Thatsache trat evident bei unseren beiden Fällen zu Tage.

Noch mehr Schwierigkeiten als mit dem Erkennen des Spiegelbildes hatten beide Knaben mit dem Erkennen von Bildern und figürlichen Darstellungen von Personen, Tieren und Objekten. Es machte hierbei einen grofsen Unterschied, ob die bildliche und figürliche Darstellung ungefähr die natürlichen Gröfsenverhältnisse repräsentierte, oder ob die Dimensionen z. B. weit hinter der natürlichen Gröfse zurückblieben. Da die orientierende Kontrolle durch den Tastsinn bei bildlichen Darstellungen ganz fehlt und die Schätzung

der Gröfsenverhältnisse durch das wieder sehend gewordene Auge zuerst aufserordentlich unsicher ist, so erscheinen diese Schwierigkeiten im Erkennen von selbst gegeben, und in der That währte es lange und bedurfte der methodischen Unterweisung, bis Beide in der Lage waren, kleinere Bilder richtig zu deuten. Es ist für derartige Patienten offenbar ganz besonders schwer fafsbar, wie auf dem so kleinen Raum eines Bildes ein so grofses Objekt der Aufsenwelt Platz haben kann.

Man könnte einwenden, dafs diese Schwierigkeiten des Erkennens von relativ kleinen Abbildungen grofser Objekte (z. B. Pferd, Kuh u. s. w.) doch nicht so grofs sein dürften, da ja auch ein sehr grofses Objekt aus gröfserer Entfernung schliefslich unter kleinem Gesichtswinkel ähnlich wie das Bild erscheinen mufs. Es ist hierbei jedoch zu bedenken, in welcher Weise die Knaben sich vorher über grofse Dinge (z. B. Pferd, Kuh u. s. w.) orientiert haben. Sie haben vor den Operationen die Erfahrung gemacht, dafs ein solches Tier sehr grofs ist, so dafs sie es lange nicht abtasten, ja kaum heranreichen können; sie sind auch nach den Operationen wegen ihrer geringen Sehschärfe eigentlich nicht in der Lage, dieselben aus grofsen Entfernungen zu sehen. Sie studieren die Dinge auch nachher aus grofser Nähe, und da erscheint es sehr begreiflich, dafs der Untersuchte z. B. auf einem Blatt Papier, welches er in der Hand vor sich hält, ein Pferd nicht erkennt, von dem er von früher her durch seinen Tastsinn aus grofser Nähe die Vorstellung einer enormen Gröfse gewonnen hat. Er lernt es allmählich; aber viel schneller mufs ihm das gelingen, wenn die Abbildungen ungefähr die richtigen Gröfsenverhältnisse der Dinge aus relativ naher Entfernung wiedergeben, die Gröfse des Gesichtswinkels allein ist hier doch nicht mafsgebend. In Bezug auf das Erkennen von Farben ist unser Fall I ganz besonders interessant. Die Sehstörung war bei ihm vor der Operation der Katarakte so hochgradig, dafs es nicht gelang, den Nachweis eines Farbenunterscheidungsvermögens bei ihm zu führen. Bei der Komplikation der Kataraktbildung mit Pupillarverschlufs dürfte dies negative Prüfungsergebnis in Bezug auf das Farbenunterscheidungsvermögen kaum überraschen. Auch nach der Operation konnte dieser 7jährige Patient zuerst über verschiedenfarbige Objekte absolut keine Auskunft geben. Er begriff offenbar gar nicht, um was es sich handelte, „das ist

ein Ding“, sagte er beim Hinhalten farbiger Objekte und nach der Farbe gefragt. Es bedurfte erst bei ihm eines wiederholten methodischen Unterrichtes in Bezug auf die Farben, bis er dann schliefslich relativ schnell richtig unterscheiden lernte.

Sehr markant waren hierbei auch vergleichende Untersuchungen mit dem Farbenerkennungsvermögen eines normalen 1½jährigen Kindes. Letzteres war noch gar nicht im stande, über die Farben richtige Angaben zu machen trotz eingehendster und wiederholter Belehrung. Während es den Begriff verschiedener Gegenstände oft ebenso rasch lernte und im Gedächtnis behielt wie der Knabe, konnte letzterer die Farben viel schneller richtig unterscheiden. Bei dem 1½jährigen Kinde mangelte offenbar noch die Möglichkeit überhaupt, die Farben richtig aufzufassen, was ja auch mit den Untersuchungen anderer Autoren übereinstimmt, z. B. Preyer, der angiebt, dafs vor dem vollendeten zweiten Lebensjahre eine irgendwie sichere Farbenkenntnis nicht existiert, ja dafs Blau und Grün wohl erst am Ende des dritten Lebensjahres sicher erkannt werden können. Ich verweise hier übrigens auf meine früheren ausführlichen Mitteilungen. Jedenfalls mufs es als ein aufserordentlich seltenes Verhalten bei Menschen mit kongenitaler Katarakt angesehen werden, wenn die Sehstörung, wie in unserem Fall I, so hochgradig ist, dafs Farben auch in gröfseren Objekten nicht erkannt werden können. Ähnliche Angaben über ein völliges Fehlen des Farbenunterscheidungsvermögens vor der Operation finden sich in der Litteratur nur bei vereinzelten Autoren, wie z. B. bei Wardrop und v. Hippel, durchweg war das Erkennen von Farben auch schon vor der Operation nicht ganz unmöglich. — Auch bei der neuen Vorstellung unseres Patienten nach zwei Jahren erkannte er Farben auch in kleinen Objekten ganz prompt.

Anders lag eben die Sache bei unserem jüngst beobachteten Fall II. Derselbe konnte schon vor den Operationen Farben in gröfseren Objekten richtig unterscheiden und erkannte sie später auch in kleinen Objekten sofort richtig wieder. Das richtige Erkennen von Gelb scheint ihm zuerst vor und auch nach den Operationen noch gewisse Schwierigkeiten zu bereiten, während bei Fall I Gelb mit am frühesten und sichersten wieder erkannt wurde.

Was nun das Verhalten des Gesichtsfeldes und des exzentrischen Sehens, sowie dessen Verwertung bei unserem jüngst beobachteten Fall II anbetrifft, so glich er in dieser Hinsicht unserem Fall I aufserordentlich. Das periphere Sehen der Netzhaut wurde von Beiden in der ersten Zeit wenig verwertet. Es waren exzentrische Netzhauteindrücke zuerst weder im stande, reflektorisch eine einstellende Augenbewegung hervorzurufen, noch den Patienten zu einer zweckmäfsigen Greifbewegung zu veranlassen, noch ihm für die Orientierung im Raume oder das Auffinden von Objekten zu nützen. Wurden die Knaben z. B. im Anfang der Sehprüfungen aufgefordert, ein exzentrisch vorgehaltenes Objekt zu ergreifen, so war ihnen das unmöglich, weil sie dasselbe nicht gewahrten, wurde das Objekt hin und her bewegt, so erleichterte dies die Sache. Ebenso verhielt es sich, wenn sie aufgefordert wurden, auf einen peripher gehaltenen Gegenstand den Blick zu richten. Auch beim Suchen von Objekten trat dies in exquisitester Weise hervor: wenn der Gegenstand nicht direkt in die Blicklinie des Patienten kam, so wurde er nicht gefunden, sie wanderten unmittelbar an dem Objekt vorüber, ohne es zu gewahren. Ebenso zeigte sich dieses Verhalten sehr deutlich beim Umgehen von Hindernissen; reichten die Hindernisse bis in Augenhöhe herauf oder herab, so wurden sie sicher umgangen, entwarfen sie nur exzentrische Bilder auf der Netzhaut der Untersuchten, so stolperten dieselben darüber. Auch war schnelle Annäherung von markanten Gegenständen in exzentrischer Richtung nicht im stande, reflektorischen Lidschlufs herbeizuführen, während ein solcher vom Netzhautzentrum aus prompt eintrat. Vergleichende Prüfungen mit viel jüngeren gut sehenden Kindern ergaben in dieser Hinsicht sehr markante Unterschiede. Zur Zeit der späteren Prüfungsperioden besserte sich diese Nichtverwertung exzentrischer Netzhauteindrücke, und bei unserem Fall I war dieselbe bei der abermaligen Untersuchung 2½ Jahre später eine ganz normale.

Sehr analog gestalten sich in beiden Fällen die Verhältnisse beim Erlernen des Zählens vorgelegter Objekte durch den Gesichtssinn allein. Unser Fall II, der 5jährige Junge, zählte von vornherein schon spontan bis 30 und konnte auch nach dem Gefühl eine geringere Anzahl von Objekten, z. B. die Finger der Hand, richtig angeben. Fall I konnte

nicht das einmal, und durch längere mühsame Unterweisung mufste ihm das erst beigebracht werden. Der weitere Vorgang des Zählenlernens war nun aber bei Beiden ein ganz gleichartiger. Anfangs mufsten Beide, um eine kleinere und in Zwischenräumen getrennt liegende Anzahl von Objekten nach dem Gesichtssinn richtig zu zählen, sich in der Weise helfen, dafs sie auf die einzelnen Objekte mit dem Finger hinzeigten (wenn sie dieselben auch nicht berührten) und sie gleichzeitig mit den Augen ansahen. Bei einem weiteren Fortschritt wurde es ihnen dann möglich, durch successives Fixieren jedes einzelnen Objektes, indem sie durch seitliche Kopfverschiebungen die Augen dem Objekt gegenüber brachten (nicht durch Seitwärtswendungen der Augen selbst), die Zahl der Objekte richtig zu erfassen. Und noch erheblich später lernten sie dann auch mehrere Objekte, die nicht zu weit voneinander getrennt waren, gleichzeitig zu übersehen und so mit den Augen richtig zu zählen. Lagen die Objekte durch gröfsere Zwischenräume getrennt, so übersahen sie auch nach längerer Übung häufig noch die benachbarten und zählten falsch, offenbar in erster Linie auf Grund der mangelhaften Verwertung exzentrischer Netzhauteindrücke. Wie schwer es den Patienten wurde, anfangs nach dem Gesicht allein zu zählen, zeigt so recht auch unser Fall II, der, obwohl er zwei vor sich ausgespreizte Finger sah und auch bemerkte, dafs sie bewegt wurden, doch die Zahl, ohne gleichzeitig zu tasten, nicht angeben konnte. „Ich kann nicht mit den Augen zählen, nur mit den Fingern“, das war seine spontane Äufserung.

Sehr bemerkenswert war auch noch bei unserem Fall I, dafs er, wenn mehrere Streichhölzer kreuzweise übereinander vor ihn hingelegt wurden, dieselben nicht richtig zählte, sondern die Zahl falsch angab, indem er die Enden der Streichhölzer nacheinander mit den Augen aufsuchte und so ungefähr auf die doppelte Anzahl der wirklich vorhandenen kam, während er einfach durch einen Zwischenraum getrennt liegende Hölzchen schon richtig zählte. Auch beim Wiedersehen nach $2^1/_2$ Jahren zählt der Knabe noch deutlich in der Weise, dafs er jedes Objekt einzeln nacheinander fixiert, jetzt aber doch schon ausgesprochener seitliche Augenwendungen dabei benutzt als früher, wo er das Fixieren gleichsam bei

gleicher Augenstellung nur durch seitliche Körperverschiebungen bewerkstelligte.

Die richtige Beurteilung der Form gesehener Objekte ist unserem zweiten Patienten durch das Auge allein zuerst ganz unmöglich, obwohl er z. B. über rund und viereckig nach dem Gefühl sehr wohl orientiert ist und sich in dieser Hinsicht viel besser unterrichtet zeigt als s. Z. unser Fall I (der 7jährige Knabe). Einen Thaler auf dunklem Grunde nennt unser Fall II nach dem Gesicht zunächst ausdrücklich „nicht rund“, korrigiert sich aber sofort, wenn er den Gegenstand betastet, und sehr bald lernt er auch nach dem Gesichtssinn einfachere Formen (wie rund, viereckig u. s. w.) richtig zu benennen. Wie grofs in dieser Hinsicht die Schwierigkeiten für unseren Fall I waren, ist in meinen früheren Mitteilungen ausführlich geschildert worden.

Über das Erkennen der Gröfsenverhältnisse von Objekten sind bei unserem Fall II keine eingehenden Untersuchungen angestellt worden, um so genauer aber s. Z. bei Fall I, Untersuchungen, in betreff derer ich hier nur auf meine früheren Mitteilungen verweisen kann. Nach einem Zeitraum von 2½ Jahren zwischen den früheren Prüfungen und den jetzigen zeigt sich, dafs unser Fall I in der Beurteilung der Gröfsenverhältnisse eigentlich ganz sicher geworden, und dafs das, was er damals in dieser Hinsicht durch einen sehr mühevollen und zeitraubenden Unterricht erlernt hat, immer mehr gefestigt worden ist. Er erkennt jetzt ganz gut bei binokulärem Sehen, was gröfser und was kleiner ist, und wählt auch sicher aus einer erheblichen Anzahl von Objekten richtig der Gröfse nach aus. Auch in dem Zeigen des Gröfsenmafses eines Objektes mit den Händen hat er erheblich an Sicherheit gewonnen. Er nimmt diese Schätzung am liebsten in der Weise vor, dafs er mit seinen beiden Händen die Endpunkte des Objektes berührt, entfernt man aber das gesehene und zu schätzende Objekt aus seinem Blick, so wird die Schätzung noch sehr unsicher. Die Beurteilung der Gröfse zweier gleichartiger, aber verschieden grofser Objekte, die sich in ungleicher Entfernung vom Auge befinden, nimmt Patient jetzt ganz richtig vor, und zwar offenbar in erster Linie durch Vermittelung seines binokulären Sehaktes, der jetzt thatsäch-

lich existiert. Es kommt jetzt bei binokulärem Sehen nicht mehr vor, dafs Patient verschieden grofse Objekte, die sich in derartig ungleicher Entfernung von den Augen befinden, dafs die Netzhautbilder annähernd gleich grofs sind, auch für wirklich gleich grofs hält.

Die Schätzung der Entfernung gesehener Objekte von den Augen war bei unserem Fall II sehr unsicher, und irrte er sich namentlich anfangs sehr beträchtlich; ich habe auf die Untersuchung nach dieser Richtung nicht das grofse Gewicht gelegt, wie in dem früheren Fall, zumal Patient während des ersten Abschnittes der Sehprüfungen nur ein Auge zur Verfügung hatte. Um so interessanter aber war es mir, bei unserem früheren Patienten, Fall I, nach einem Zwischenraum von 2½ Jahren noch einmal die früheren Prüfungsresultate genau kontrollieren zu können. Der jetzt 9 jährige Knabe greift zur Zeit ganz prompt nach vorgehaltenen Objekten und schätzt die Entfernung richtig, sobald er beide Augen benutzt, also binokulär sieht. Auch wenn das Objekt sich über Greifweite hinaus in etwas gröfserer Entfernung befindet, hat er ein relativ gutes Urteil über dieselbe und streckt die Hand erst aus, um es zu ergreifen, wenn er sich zweckentsprechend angenähert hat; nicht, dafs er wie früher in der ersten Zeit schon aus gröfserer Entfernung den Gegenstand zu fassen suchte und erst nach vielfachen vergeblichen Versuchen sich dann allmählich tappend näherte. Sobald man das eine Auge aber verdeckte, trat Unsicherheit ein, der Unterschied war aufserordentlich markant. Es ist keine Frage, dafs Patient einen binokulären Sehakt besitzt. Es ist dies umsomehr hervorzuheben, als, wie früher ausgeführt, Patient vor der Kataraktoperation Strabismus convergens hatte, der erst operativ beseitigt werden mufste. Auch hat sich das richtige Greifen nach einem seitwärts vom Patienten gehaltenen Objekte, wenn dessen Kopf gleichzeitig fixiert gehalten wird, also die fixierenden Augen sich in einer Endstellung befinden, sehr wesentlich gebessert; es ist auch hier der Fortschritt unverkennbar.

Die Orientierung im Raum vermittelst des neuerschlossenen Gesichtssinnes erlernt unser Fall II relativ sehr viel schneller, als damals unser erster Patient. Aber auch bei ihm kann man nach wiederholter Prüfung noch beobachten, wie er, sich selbst überlassen, sich gelegentlich noch ganz durch

seinen Tastsinn zu orientieren sucht, und es zuweilen noch energischer Ermahnung bedarf, um ihn für die Orientierung zum Gebrauch seiner Augen zu bewegen. Er hat jedenfalls von vornherein ein viel lebhafteres Interesse an seinem Sehen als der frühere Patient (Fall I). Ich habe damals ausführlich geschildert, wie lange es gedauert, bis dieser anfing, auch spontan und ohne dringende Aufforderung seinen Gesichtssinn für seine Orientierung zu benutzen. Jetzt nach 2½ Jahren orientiert er sich ganz gut durch seinen Gesichtssinn allein und benutzt denselben auch spontan.

In Bezug auf die Augenbewegungen läfst sich zunächst bei beiden Patienten übereinstimmend konstatieren, dafs der Nystagmus sich während der Sehprüfungen verringerte und während des Fixierens sogar vorübergehend sistierte. Besonders sei hier noch in betreff des Falles I nachgetragen, dafs derselbe jetzt nach einem Zeitraum von 2½ Jahren ganz prompt zentral fixiert und auch auf Geheifs (also ohne zu fixieren) die Augen willkürlich gut nach allen Richtungen wendet. Die Augenstellung ist richtig, es besteht kein Strabismus mehr. Der Nystagmus besteht noch, wenn auch in geringerem Mafse als früher, und handelt es sich auch jetzt noch weniger um ein regelmäfsiges schnellschlägiges Zittern der Augen, als um mehr oder weniger ausgiebige abirrende regellose Bewegungen, die aber immer im streng assoziierten Sinne vor sich gehen. Wenn die Aufmerksamkeit des Patienten abgelenkt ist und er gar nicht fixiert, so sind die umherirrenden Bewegungen der Augen stärker und dieselben nehmen dann mit Vorliebe eine seitliche Endstellung ein, ja bei völliger Gedankenlosigkeit des Knaben kommen auch jetzt noch gelegentlich ganz vorübergehende abnorme regellose Stellungen der Augen zueinander vor (z. B. abnorme Konvergensstellung des rechten Auges).

In Bezug auf das psychische Verhalten unseres Falles I will ich noch nachtragen, dafs in den 2½ Jahren, welche seit den Operationen verstrichen sind, aus dem früher so stumpfsinnigen und apathischen Knaben ein sehr lebhafter und durchtriebener Junge geworden ist, der durch seine tollen Streiche und Einfälle oft seine Umgebung beunruhigt. Auf die Entwickelung seiner Intelligenz ist die Wiederherstellung des Sehens jedenfalls von sehr vorteilhaftem Einflufs gewesen.

II. Ein weiterer Fall von vorübergehender Amaurose nach Blepharospasmus.

Das Kind Elisabeth F., 3½ Jahr alt, aus Deinrode, wird am 16. II. 1893 in die Marburger Universitäts-Augenklinik aufgenommen. Rechts besteht eine oberflächliche vaskularisierte Randkeratitis neben alten Trübungen der Cornea, jedoch ohne vordere Synechien. — Links findet sich Leucoma corneae totale mit staphylomatöser Vorwölbung, das linke Auge ist total erblindet. — Gleichzeitig beiderseits ausgesprochener Schwellungskatarrh mit Blepharospasmus, das Kind ist nicht im stande, die Augen zu öffnen. Das Kind bietet die Symptome ausgesprochener Skrophulose (Drüsenschwellungen, Gesichtsekzeme u. s. w.), später Lungenaffektion.

Nach Angabe der Mutter hat das Kind schon seit vier Monaten kranke Augen und soll seit Oktober 1892 dieselben nicht mehr geöffnet haben. Es besteht ausgesprochener Blepharospasmus, Lichtscheu und die Neigung bei dem Kinde, auf dem Gesicht zu liegen und die Augen in die Kissen zu verbergen.

Schon nach fünf Tagen bei einer zweckentsprechenden Behandlung in der Klinik beginnt das Kind die Augen zu öffnen unter Abklingen der entzündlichen Erscheinungen. Die Besserung macht stetige und schnelle Fortschritte, so daſs das Kind schon Ende Februar 1893 die Augen frei öffnen kann und die entzündlichen Erscheinungen fast geschwunden sind.

Um diese Zeit nun lehrt die genauere Beobachtung der kleinen Patientin, daſs sie trotz gut geöffneter Augen nichts sieht und sich wie eine völlig Blinde gerirt. Dabei ist die Pupillarreaktion auf Licht auf dem rechten Auge gut erhalten, auch erfolgt prompt Lidschluſs, wenn Licht mit einem Konkavspiegel in das Auge hineingeworfen wird. Der Augenspiegelbefund ist negativ. Die Papille ist trotz der Hornhauttrübungen ganz gut sichtbar.

Das Kind zeigt sich ziemlich indifferent und apathisch. Beim Anruf, zu kommen, bleibt die Kleine zunächst ruhig stehen, erst auf energischere Mahnung hin beginnt sie, sich langsam tappend vorzubewegen, sich offenbar nur nach dem Gehör richtend, trotz gut geöffneter Augen. Die Richtung,

in der sie sich fortbewegt, ist in der Regel eine falsche, sie stöſst an alle Hindernisse an. Beim Vorhalten von Objekten und Aufforderung, dieselben zu ergreifen, macht sie keine Anstalten dazu und verfolgt dieselben auch nicht mit dem Blick. Bei energischerer Aufforderung zum Ergreifen des Gegenstandes macht sie wohl einen tappenden Versuch mit der Hand, richtet jedoch die Augen nicht zweckentsprechend, kurzum, sie benimmt sich wie eine absolut Blinde. Sie läuft z. B. gegen eine im Wege stehende Person mit hellem weiſsen Mantel direkt an und streckt gewöhnlich erst die Hände vor, wenn die Kollision mit dem Hindernis schon erfolgt ist.

So bleibt der Zustand die ersten neun Tage nach dem Öffnen des Auges unverändert. Nicht einmal über Hell und Dunkel wird eine richtige Angabe gemacht trotz vorhandener Lichtreaktion der Pupille und unwillkürlichem Lidschluſs bei hellerer Beleuchtung des Auges.

Am 4. III. 1893 ist zum ersten Mal ein etwas lebhafteres psychisches Verhalten zu konstatieren, und scheint es, als ob das Kind beginnt, ein am Auge vorübergeführtes Objekt momentan mit dem Blick zu verfolgen; werden die Versuche etwas länger ausgedehnt, so verschwindet auch diese Erscheinung wieder. Von einem Erkennen vorgehaltener Objekte ist aber auch jetzt noch keine Rede, auch läuft Pat. noch gegen Hindernisse an. Nur gelegentlich scheint es zu bemerken, wenn es sich einem gröſseren Hindernisse nähert, indem es dann beginnt, die Hände vorzustrecken, die sonst am Körper herunterhängen. Heute läſst sich auch gelegentlich ein reflektorischer Lidschluſs hervorrufen durch schnelle Annäherung eines gröſseren Gegenstandes in der Fixierlinie, was bis dahin nicht der Fall war.

Am 6. III. ist das zeitweise Verfolgen von Objekten mit dem Blick unzweifelhaft zu konstatieren, ebenso der reflektorische Lidschluſs bei schnellem Zustoſsen mit der Hand in der Richtung auf das Auge, auch erweist sich das unwillkürliche Vorstrecken der Hände bei Annäherung an ein gröſseres Hindernis jetzt schon als eine fast konstante Erscheinung. Ebenso werden beim Anzünden der Lampe die Augen zu derselben hingewendet, bei Aufforderung, die Lampe zu zeigen, giebt das Kind oft eine falsche Richtung mit dem Finger an.

Um diese Zeit wird das Kind in längeren Sitzungen und

der Vorsicht halber mit verbundenen Augen mit einer Reihe von Gegenständen nach dem Gefühl bekannt gemacht; es gelingt ihr, die Gegenstände auf diese Weise zuletzt richtig zu benennen. Nach dem Gesicht allein erkennt sie nichts. Psychisch ist sie in den letzten Tagen viel lebhafter geworden und antwortet auf vorgelegte Fragen. Werden gröfsere Objekte (auch sehr markante) dem Kinde e x z e n t r i s c h vorgehalten, so verfolgt es dieselben mit dem Blick nicht.

Bei diesem Stande der Dinge wurde das Kind am 7. III. von einer diffusen Bronchitis mit erheblichem Fieber befallen. Es trat jetzt ein deutlicher Rückgang der geringfügigen bis dahin nachweisbaren Sehäufserungen ein. Die Lichtreaktion und der unwillkürliche Lidschlufs bei grellerer Beleuchtung des Auges blieben erhalten, dagegen war das Verfolgen eines vorgehaltenen gröfseren Objektes mit den Augen, sowie das unwillkürliche ahwehrende Ausstrecken der Hände bei Annäherung an ein gröfseres Hindernis viel weniger ausgesprochen. Die Apathie des Kindes nahm wieder zu.

Das Allgemeinbefinden des Kindes besserte sich allmählich wieder, und wurden auch die oben geschilderten Sehäufserungen wieder lebhafter, ja am 21. III. konnte man zum ersten Mal konstatieren, dafs auch ein exzentrisch rasch angenähertes gröfseres Objekt einen reflektorischen Lidschlufs hervorrief.

Um diese Zeit ist auch eine sehr auffallende Erscheinung: dafs, wenn ein Objekt im Zentrum vorgehalten und von da nach rechts oder links seitwärts bewegt wird, die Augen des Kindes deutlich in seitlicher Richtung mitwandern; wird dagegen das Objekt vom Mittelpunkt nach oben und unten bewegt, so findet ein solches Mitwandern der Augen nicht statt. Dieser Unterschied für die seitlichen Blickrichtungen und die in der Höhenrichtung ist sehr markant. Trotz des deutlichen Verfolgens des Objektes nach rechts und links ist Patientin doch nicht im stande, dasselbe zu greifen, sie geht nicht nur in der Entfernung fehl (was ja allenfalls durch das monokuläre Sehen zu erklären wäre), sondern auch in der Richtung, so dafs sie in dieser Hinsicht ganz den Eindruck einer Nichtsehenden macht.

Wird ein Stück Zucker, welches das Kind gern haben möchte, vor ihm auf den Fufsboden geworfen, so dafs es hört, wohin dasselbe fällt, so richtet es doch den Blick absolut nicht nach unten, sondern es sieht planlos horizontal vor sich hin.

Es scheinen also durch den Gehörssinn auch noch keine Augenbewegungen ausgelöst zu werden. Aufforderungen, die Augen nach oben und unten, nach rechts und links zu wenden, bleiben ganz unbefolgt von seiten des Kindes.

Auch jetzt erkennt das Kind vorgehaltene Gegenstände (z. B. eine Streichholzschachtel) durch das Gesicht noch absolut nicht, betrachtet sie auch in keiner Weise aufmerksam, nach dem Gefühl erkennt es dieselben sofort und benennt sie richtig. Auffällig ist es ferner noch besonders, daſs es beim Untersuchen von Gegenständen mit den Händen nie den Versuch macht, dieselben mit den Augen anzusehen oder dieselben mit den Händen vor das Auge zu führen. Es scheinen also auch durch den Tastsinn noch keine Augenbewegungen ausgelöst zu werden.

Auch wenn man der Kleinen das Stück Zucker auf die Zunge bringt, daſs sie es schmeckt, und dann dasselbe wegzieht, so ist auch diese Manipulation nicht geeignet, eine Blickbewegung auszulösen.

Erst am 2. IV. 1893 kann zum ersten Mal festgestellt werden, daſs Patientin ein vorgehaltenes Stück Zucker nicht nur mit den Augen in seitlicher Richtung verfolgt, sondern auch mit der Hand, um es zu fassen. Gleich darauf aber sucht es noch planlos tappend mit der Hand umher, ganz wie früher. Der Unterschied zwischen dem Verfolgen eines vorgehaltenen Objektes in seitlicher und in der Höhenrichtung bleibt noch sehr markant. Zum ersten Mal umgeht sie heute auch ein niedriges Hindernis richtig, welches nicht bis zur Höhe der Blicklinie hinaufreicht.

Es fällt auf, daſs das Kind die Greifbewegungen nach einem vorgehaltenen Objekt nicht immer durch die zweckentsprechenden Augenbewegungen begleitet. Der Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen und den reflektorischen Greifbewegungen scheint noch ein sehr lockerer zu sein. Es macht jetzt gelegentlich den Eindruck, daſs auch exzentrische Netzhauteindrücke wohl schon geeignet sind, reflektorisch Greifbewegungen, weniger Blickbewegungen auszulösen.

Von den übrigen Sinnesorganen (Gehör, Geschmack und Tastsinn) werden noch keine reflektorischen Augenbewegungen ausgelöst. Es scheinen also die Assoziationen noch nicht wiederhergestellt zu sein. Direkt durch das Sehen erkennt das Kind z. Z. immer noch keinen Gegenstand.

Am 6. IV. kann zum ersten Mal sicher festgestellt werden, dafs auch das exzentrische Netzhautbild eines Objektes eine zweckentsprechende Augenbewegung auslöst, um das Objekt in die Fixierlinie zu bringen (also am 46. Beobachtungstage).

Am 7. IV. im wesentlichen stat. id., doch scheint das Kind heute zum ersten Male für seine Orientierung im Raume (Umhergehen im Zimmer) die Augen zu benutzen und ihnen eine entsprechende Stellung zu geben. Auch niedrige, also nur exzentrisch gesehene Hindernisse, werden jetzt gelegentlich sicher umgangen, grofse stets sicher, und zwar ohne das schützende Vorstrecken der Hände.

Am 10. IV. (50. Beobachtungstag) läfst sich als neue Thatsache konstatieren, dafs das Kind, wenn es angerufen wird, gelegentlich die Augen dem Rufer zuwendet, auch verwendet es hier und da seine Blickrichtung schon zweckmäfsig, wenn es einen Gegenstand vor sich auf den Fufsboden fallen hört, um denselben aufzuheben. Es scheinen demnach Schalleindrücke gelegentlich jetzt schon geeignet, um reflektorisch zweckentsprechende Augenbewegungen auszulösen, was bis dahin nicht der Fall war.

Am 14. IV. läfst sich konstatieren, dafs vorgehaltene Gegenstände nicht nur in horizontaler Richtung, sondern manchmal auch nach oben und unten deutlich mit den Augen verfolgt werden, deutlicher jedoch tritt dies beim Führen des Objektes nach unten zu Tage, nach oben noch weniger. Greifbewegungen nach den vorgehaltenen Gegenständen werden gleichfalls prompt ausgeführt und auch mit richtiger Projektion. Auch nach exzentrisch vorgehaltenen Objekten greift das Kind jetzt, und zwar so, dafs es mit der Greifbewegung gleichzeitig eine zweckentsprechende Augenbewegung auf das Objekt hin ausführt. Wiederholte Nachprüfungen bestätigen zweifellos diese neue Thatsache.

Am 18. IV. noch im wesentlichen dasselbe Verhalten. Doch sind heute die Blickbewegungen nach oben und unten bei vorgehaltenen Objekten noch ausgesprochener, immerhin ist der Unterschied zwischen oben und unten noch sehr deutlich. Nach unten begleiten die Augen jetzt ziemlich prompt ein vorgehaltenes Objekt, nach oben noch weniger gut, nach den Seiten hin ganz prompt. Vergleichsweise werden analoge Untersuchungen bei einem 2jährigen Kinde angestellt, welches

hierbei die Augen prompt nach oben, unten, rechts und links wendet und die Greifbewegungen gleichzeitig durch zweckentsprechende Augenbewegungen begleitet.

Das Resultat der Sehprüfungen wechselt nach dem Verhalten des Allgemeinbefindens des Kindes immer noch wesentlich. Es hat sich eine Infiltration der linken Lungenspitze ausgebildet, zeitweise hektisches Fieber, zunehmende Kachexie. Wegen schlechten Allgemeinbefindens werden die Prüfungen eine Zeit lang unterbrochen.

Am 20. V. läfst sich zum ersten Mal feststellen, dafs das Kind vorgehaltene Gegenstände durch das Gesicht allein richtig erkennt (Schlüssel u. s. w.).

Am 23. V. wird es aus der Klinik entlassen. Nach später eingezogenen Erkundigungen hat sich das Sehen weiter gebessert, so dafs auch die Mutter das Kind wieder als ein sehendes betrachtete, die infolge der langen Dauer der Sehstörung an einem Erfolg schon ganz verzweifelte.

Epikrise: Der soeben mitgeteilte Fall erscheint mir nach mehr als einer Richtung bemerkenswert und geeignet, zu dem Krankheitsbild der vorübergehenden „Amaurose nach Blepharospasmus“ einen neuen Beitrag zu liefern.

Es ist zunächst besonders hervorzuheben die lange Dauer der Amaurose und die sehr langsame allmähliche Restitution des Sehens. Von dem Moment an, wo das Kind zum ersten Mal wieder die Augen öffnete und von da ab auch dauernd wieder geöffnet halten konnte, bis zu dem Zeitpunkt, wo das Sehen als wieder hergestellt angesehen werden konnte, vergingen eine Reihe von Wochen. Es scheint mir aufser Zweifel, dafs die interkurrente Erkrankung mit schlechtem Allgemeinbefinden (Ausbildung einer Lungenaffektion, Fieber u. s. w.) in erster Linie für die hochgradige Verzögerung der Wiederkehr des Sehvermögens bei dem Kinde anzuschuldigen ist. Die Schwankungen in den Erscheinungen im Zusammenhang mit den Schwankungen im Allgemeinbefinden traten wiederholt aufserordentlich deutlich zu Tage. Die erste ophthalmoskopische Untersuchung konnte nur in Chloroformnarkose ausgeführt werden. Zerebrale Erscheinungen, die etwa auf einen gleichzeitig spielenden intrakraniellen Prozefs hingewiesen hätten, waren niemals vorhanden.

Die lange Dauer der Rückbildungsperiode der Sehstörung

nun bot Gelegenheit zu mancherlei eingehenden Untersuchungen, wie sie in früheren Fällen nicht in der Ausdehnung angestellt werden konnten, und viele von den gefundenen Thatsachen gleichen denjenigen aufserordentlich, wie sie bei den blindgeborenen und mit Erfolg operierten Patienten beobachtet wurden.

Dafs eine Unterbrechung der peripheren optischen Leitungsbahnen nicht vorliegt, dafür spricht die prompt erhaltene Lichtreaktion der Pupille, der negative ophthalmoskopische Befund und der reflektorische Lidschlufs bei hellerer Beleuchtung des Auges. Und doch machte das Kind gar keine Angaben in betreff des Sehens, nicht einmal den Unterschied zwischen Hell und Dunkel wufste es anzugeben. Unwillkürliche reflektorische Vorgänge am Auge wurden ausgelöst, aber scheinbar keine Spur einer bewufsten Sehempfindung.

Hierauf folgt sodann die erste Auslösung von Augenbewegungen durch die Netzhauteindrücke, das Kind beginnt unwillkürliche, vorübergehende Objekte mit den Augen zu verfolgen, ohne dafs es jedoch im stande wäre, diese Netzhauteindrücke zweckentsprechend zu verwerten. Wird es aufgefordert, die so mit den Augen verfolgten Objekte zu greifen, so ist es absolut nicht dazu im stande, es verhält sich bei den Greifversuchen noch ganz wie ein blindes Kind. Die Assoziation zwischen den Netzhauteindrücken und zweckentsprechenden Greifbewegungen ist also offenbar noch nicht wieder hergestellt, während reflektorisch zweckentsprechende Augenbewegungen schon ausgelöst werden.

Es erscheint mir ferner sehr bemerkenswert, dafs die reflektorisch von der Netzhaut ausgelösten Augenbewegungen zuerst nur in seitlicher Richtung erfolgen und in der Höhenrichtung erst erheblich später eintreten, und dann auch noch deutlich nach unten früher und besser als nach oben. Ich möchte glauben, dafs der Grund dafür in dem Umstande zu suchen ist, dafs die Blickrichtung nach den Seiten und nach unten hin schon vor der Erkrankung bei dem Kinde eine häufiger benutzte und deshalb besser geübte war, als diejenige nach oben.

Auch die reflektorische Auslösung von Augenbewegungen von den übrigen Sinnesorganen aus war dem Kinde offenbar verloren gegangen. Es wendete die Augen nicht auf irgend einen Schalleindruck nach der betreffenden Richtung, auch

wenn man sicher war, dafs das Kind den lebhaften Wunsch hatte, z. B. in den Besitz eines Gegenstandes (Stück Zucker, auf den Fufsboden geworfen, u. s. w.) zu kommen. Ebenso wenig war sein Tastsinn im stande, zweckentsprechende Augeneinstellungen hervorzurufen z. B. beim Befühlen von Objekten, welche es lebhaft interessierten. Auch durch Vermittelung des Geschmacks konnte es nicht bewogen werden, einem Gegenstande (z. B. Konfekt) seine Augen zuzuwenden. Wir sehen, wie alle diese Assoziationen dem Kinde offenbar abhanden gekommen waren und erst nach längerer Zeit allmählich wieder erwachten.

Die ersten Anfänge des wiederkehrenden Sehens scheinen sich gleichsam noch unter der Schwelle des Bewufstseins zu vollziehen, so wie eben ausgeführt die reflektorisch von der Netzhaut aus ausgelösten Augenbewegungen. Zur Zeit, als diese schon ganz prompt erfolgten, war das Kind durchaus noch nicht im Stande, dieselben z. B. für zweckmäfsige Greifbewegungen zu verwerten; es verging geraume Zeit, bis es allmählich wieder lernte, ein mit den Augen richtig verfolgtes Objekt nun auch zweckmäfsig unter Kontrolle der Augen zu ergreifen. In der ersten Zeit tappte es noch ganz planlos nach dem Objekt umher, wie ein blindes Kind, während die Augen das Objekt richtig begleiteten. Diese Assoziation zwischen Sehen und Muskelsinn entwickelte sich zeitlich erst viel später wieder. Auch giebt es eine Periode, wo das Kind schon greift nach einem Gegenstande, aber seine Greifbewegungen nicht durch entsprechendes Fixieren unterstützt. Vergleichende Untersuchungen mit einem normalen, aber erheblich jüngeren Kinde ergeben evident den Unterschied; letzteres begleitet jede Greifbewegung mit einer entsprechenden Augenbewegung. Erst gegen Schlufs der Sehprüfungen stellte sich auch bei unserer Patientin die Koinzidenz von Greif- und Augenbewegungen wieder her.

Aufserordentlich markant waren auch in diesem Falle die Resultate in Betreff des exzentrischen Sehens und seiner Verwertung.

Es dauerte sehr lange, bis man nachweisen konnte, dafs exzentrische Netzhauteindrücke geeignet waren, sowohl Augenbewegungen als Greifbewegungen auszulösen, obwohl die Lichtreaktion der Pupille von exzentrischen Netzhautpartieen prompt

eintrat. Es ist dies eine Erscheinung, die ich sowohl in früheren Fällen von Amaurose nach Blepharospasmus, als auch bei den Kongenitalblinden und später sehend gewordenen Patienten regelmäfsig konstatieren konnte. Das Kind verhielt sich in dieser Hinsicht wiederum wie bei einer hochgradigen konzentrischen Gesichtsfeldbeschränkung. Besonders trat dies auch noch in der ersten Zeit bei seiner Orientierung im Raume zu Tage. Es dauerte längere Zeit, bevor das Kind grofse bis in den Fixierpunkt (Augenhöhe) reichende Hindernisse sicher umging, während es über kleinere exzentrisch sichtbare noch regelmäfsig stolperte. Das alles verlor sich aber in späterer Zeit, und es bestand sicher keine wirkliche hochgradige konzentrische Gesichtsfeldeinschränkung im gewöhnlichen Sinne. Von hemianopischen Gesichtsfelddefekten konnte zu keiner Zeit etwas konstatiert werden.

Das wirkliche Erkennen von vorgehaltenen Objekten erfolgte erst in der allerletzten Zeit, und zwar wurden für diese Prüfungen immer Objekte verwendet, welche dem Kinde sicher schon vorher durch das Gefühl bekannt waren.

Ich will es unterlassen, auf die Litteratur dieses Gegenstandes hier noch einmal genauer einzugehen, ich verweise in dieser Hinsicht auf meine früheren Mitteilungen „Ein Beitrag zur vorübergehenden Amaurose nach Blepharospasmus bei kleinen Kindern“ (*Sitzungsber. der Marb. Ges. zur Beförderung der gesamten Wissenschaften.* Sitzung vom 9. Dezember 1891), wo ich über die einschlägigen Arbeiten berichtet habe. Wesentliche neuere einschlägige Mitteilungen liegen nicht vor.

Alles in allem genommen möchte ich auch heute noch eine Erklärung der Erscheinungen im Sinne Lebers (*Graefes Arch. f. Ophthal.* Bd. 26, Abth. 2.) für die zutreffendste halten. Das Kind verlernt gleichsam den Gebrauch der Augen, und es ist hierbei entschieden als ein wichtiges Moment anzusehen, dafs nicht nur lediglich eine passive Exklusion der Augen durch den Blepharospasmus vorliegt, sondern vielmehr gleichzeitig auch eine aktive willkürliche von seiten des Kindes, indem es absichtlich durch den Lidschlufs die Augen wegen der damit verbundenen unangenehmen und schmerzhaften Empfindungen (Lichtscheu u. s. w.) von dem Sehen ausschliefst, seine Aufmerksamkeit willkürlich von seinen Gesichtsempfindungen ab-

wendet und sich gewöhnt, mit seinen übrigen Sinneswahrnehmungen auszukommen. Die Assoziationen zwischen dem Gesichtssinn und den übrigen Sinnen lösen sich, so daſs das Kind erst wieder lernen muſs, seinen Gesichtssinn dem ganzen übrigen psychologischen Mechanismus von neuem einzugliedern und denselben in seinem Sinnenleben mitzubenutzen. Hat das Kind erst das 4—5. Lebensjahr überschritten, so treten derartige Erscheinungen von Verlernen des Sehens nicht mehr ein, weil offenbar zu dieser Zeit das Sinnenleben des Kindes und seine zugehörigen Assoziationen schon derartig gefestigt sind, daſs es zu einer solchen Lockerung des ganzen psychischen Mechanismus nicht mehr kommen kann, die ein Verlernen des Sehens im Gefolge haben könnte.

Auch „seelenblind", glaube ich, darf man ein solches Kind nicht nennen, denn mag das Kind auch seine optischen Eindrücke nicht verstehen und richtig deuten, es würde dieser Umstand immer noch nicht erklären, warum anfangs auch reflektorisch die Augenbewegungen nicht ausgelöst werden, und warum später, wenn die Augenbewegungen auf reflektorischem Wege von der Netzhaut aus schon wieder eintreten, doch die Assoziationen für zweckmäſsige Greifbewegungen noch fehlen, wie bei unserer kleinen Patientin. Und auch von den übrigen Sinnesorganen aus können anfangs keine zweckmäſsigen Augenbewegungen ausgelöst werden.

Auch die Auffassung des Zustandes als „Rindenblindheit" im Munkschen Sinne (Silex) kann eine Erklärung der beobachteten Erscheinungen bei unserer kleinen Patientin nicht liefern.

Daſs die sonst gewonnenen Hypothesen zur Deutung dieser Fälle mir nicht zutreffend erscheinen (Zirkulationsstörungen durch den Liddruck, Reflexamaurose, Eintreten von atrophischen Veränderungen im Opticus oder von glaukomatösen Erscheinungen u. s. w.), darauf bin ich in meiner ersten Mitteilung schon des Genaueren eingegangen und ist das auch von anderer Seite eingehend dargethan worden.

Zum Schluſs gedenke ich noch gern der eifrigen Bemühungen des Herrn Kollegen Dr. Pohl bei Aufstellung der ausgedehnten Versuchsreihen in diesem Falle.

III. Ein Fall von doppelseitigem hochgradigem Mikrophthalmus congenitus (ohne jede Lichtempfindung) nebst psychologischen Bemerkungen.

Wilhelmine Sp., 37 Jahre alt, ist das einzige Kind gesunder Eltern, in hereditärer Hinsicht auch sonst nichts nachweisbar. Sie wurde etwas zu früh geboren und war anfangs sehr klein und schwächlich, entwickelte sich später jedoch geistig und körperlich ganz gut. Schon gleich nach der Geburt nun bemerkten die Eltern, dafs das Kind „keine Augen“ hatte, auch konnte sich der Arzt davon überzeugen. Irgend welche Lichtempfindungen sollen niemals bestanden haben.

Status praesens. Mittelgrofse, gut entwickelte, im übrigen vollständig gesunde Person, nirgends sonstige Zeichen irgend welcher Mifsbildung, sehr gute Intelligenz.

Augen: Augenlider gut ausgebildet, aber abnorm klein. Breite der Lidspalte L. 19 mm, R. 21 mm. Die Lider, besonders links, eingesunken, geschlossen (wegen mangelnder Unterlage), können aber willkürlich bewegt und etwas gehoben werden. Die durch den levator palpebrae bedingte Falte ist deutlich vorhanden.

Orbitaldurchmesser	R.	Gröfste Höhe der Öffnung	20 mm
		„ Breite „ „	29 mm
„	L.	Gröfste Höhe der Öffnung	20 mm
		„ Breite „ „	30 mm

Links: Die Konjunktiva, der Lidgröfse entsprechend, geht nach hinten trichterförmig auf zwei rundliche Gebilde, die 17 mm hinter dem Lidrand in der Orbita liegen. Etwa 4—5 mm, bevor sie dieselben erreicht, bildet sie eine frontale, wallförmige, 3 mm hohe Falte, welche diaphragmaartig einen Teil der rundlichen Gebilde deckt, sich aber durch Anziehen der Lider leicht glätten läfst. Man erkennt alsdann deutlich, dafs nach der Innenseite hin ein erbsengrofser weifslicher Knoten liegt von der Farbe der Sclera, ohne dafs an ihm irgend welche Cornearudimente und dergleichen zu sehen sind. Die temporale Hälfte desselben ragt in die Orbitalhöhle vor, nasalwärts verliert sich die Masse in Orbitalgewebe. Man erkennt deutlich, wie dieser kleine Knopf auf Aufforderung hin sich mit dem Mikrophthalmus der rechten Seite etwas bewegt, und mufs derselbe daher als rudimentärer Bulbus angesprochen werden. Nach aufsen und unten von demselben und von ihm durch eine tiefe Einziehung getrennt liegt eine ebenfalls kugelige, etwas gelbweifse, ca. doppelt so grofse Prominenz, die mit ihrer vorderen Hälfte ebenfalls in die Augenhöhle frei vorragt, sonst im Gewebe eingebettet liegt und sich ebenso wie der rudimentäre Bulbus nach hinten nicht abgrenzen läfst. Diese Prominenz hat offenbar cystische Natur, indem sie deutlich auf Druck fluktuiert; sie ist nur mäfsig gespannt und leicht eindrückbar. Es handelt sich hier um einen cystischen Anhang an den rudimentären Bulbus. Absolute Amaurose, keine Druckphosphene.

Rechts: Lider und Konjunktiva ähnlich wie links. Der Bulbus ist ebenfalls rudimentär, aber gröfser als links. Er liegt an der Spitze des Konjunktivaltrichters, etwas nach innen, klein-haselnufsgrofs, zeigt oben, aufsen und innen seichte Schnürfurchen nnd zentral eine etwas schwärzliche unregelmäfsige, dreieckige Stelle von 2—3 mm Durchmesser, die der Hornhaut entspricht. Zwischen der temporalen und unteren Schnürfurche ist die Sclera erheblich stärker ausgebuchtet, hernienartig, so dafs diese Prominenz den ganzen Bulbus an Gröfse übertrifft. Sie ist ebenfalls weich fluktuierend, der Inhalt schimmert nicht durch. Bei Aufforderung zu Bewegungen wird der rudimentäre Bulbus etwas in zuckende Bewegung in die gewünschte Richtung gebracht, doch nicht weiter als 1—2 mm. Die cystoide Ausbuchtung unten aufsen beteiligt sich daran nur wenig.

Auch hier besteht absolute Amaurose, keine Druckphosphene.

Soviel über den objektiven lokalen Augenbefund, der zeigt, dafs wir es hier nur mit einer ganz rudimentären Bulbusanlage zu thun haben, ohne eine Spur von Lichtempfindung und Druckphosphene beim Aufdrücken auf diese rudimentären kleinen Bulbi.

Hieran schliefse ich nun einige Mitteilungen psychologischer Natur, die wohl gerade durch die ausführlichen und sehr intelligenten Angaben der Patientin besonderes Interesse bieten dürften.

1. Psychisches Verhalten. Patientin ist nicht traurig gestimmt deswegen, weil sie nicht sieht. Sie beneidet keinen Sehenden. Sie möchte aber doch lieber sehen können, als viel Geld und Gut besitzen. Sie würde es für sehr Unrecht halten, ihren Nebenmenschen wegen des Sehens zu beneiden. Sie würde auch einem Anderen, wenn das im Bereich der Möglichkeit läge, nicht das Sehen für Geld abkaufen, „der würde ja dann betrogen sein, und das wäre doch Unrecht“.

Auf Befragen, ob sie lieber das Gehör missen und dafür sehen wolle, antwortet sie ohne Zögern, dafs ihr das Gehör unendlich wertvoller sei, als sie sich das Sehen vorstellen könne.

Als man ihr erzählt, dafs es gelegentlich vorgekommen sein solle, dafs ein blindgeborener Mensch, der durch Operation wieder sehend wurde, gar nicht einmal zufrieden gewesen sei und keine Freude an seiner neuerworbenen Sehfähigkeit empfunden habe, äufsert sie: „Das wäre doch Unrecht, das Sehen ist doch eine schöne Gabe, für die man dankbar sein mufs. Verwirren mag es zuerst wohl, das Sehen zu lernen und Mühe machen, aber es ist doch interessant, und man kann sich dann doch am fremden Ort zurechtfinden. Als das Schwerste denke

ich mir beim Sehenlernen, die Augenlider fortwährend geöffnet zu halten.“ — Es ist hier zu bemerken, dafs bei der Patientin wegen der ganz rudimentären Beschaffenheit ihrer Bulbi die Lider geschlossen sind und die Lidränder aufeinanderliegen, nur mit sichtlicher Anstrengung ist sie im stande, die Lidränder etwas von einander zu entfernen.

Patientin giebt an, dafs sie sehr wohl begreife, dafs Menschen viel schlimmer dran seien, die früher sahen und dann erblindeten, als solche, welche blind geboren wurden.

Sie glaubt fest an ein ewiges Leben im Jenseits und ist überzeugt, dafs sie dann auch sehen wird. Denn es steht geschrieben „Alles Leid hat dann ein Ende“.

2. Vorstellung von Licht und Farbe. Von hell und dunkel fehlt der Patientin jeder Begriff, sie kann sich von Tag und Nacht keine Vorstellung machen. Sie ist überzeugt, dafs sie völlig getäuscht werden könne darüber, ob es Tag oder Nacht sei, wenn alle äufseren Umstände eliminiert würden, welche eventuell Anhaltspunkte hierfür gewähren könnten, ob es sich um Tag oder Nacht handele (wie z. B. Geräusch des täglichen Verkehrs, Verhalten der sie umgebenden Menschen u. s. w.). Sie glaubt sicher, dafs es für sie andere Hülfsmittel in ihrer Empfindung und in ihrem Gefühl nicht giebt, aus denen sie, ganz sich selbst überlassen, merken könne, ob es heller Tag oder dunkle Nacht sei, und dafs man sie, wenn man es darauf anlege, wohl veranlassen könne, am Tage zu schlafen und in der Nacht zu wachen, ohne dafs sich das bei ihr in ihrer Empfindung verraten würde. Sie hat sich nie einen Begriff von Helligkeit oder Dunkelheit machen können. Auch läfst sich bei den genauesten anamnestischen Erhebungen nicht feststellen, dafs sie jemals etwa eine zentral ausgelöste Lichtempfindung (Flimmerskotom u. s. w.) gehabt habe.

Auf die Frage, ob ihr alles „schwarz“ vor den Augen sei oder etwa wie „ein grauer Nebel“? weifs sie absolut nichts zu antworten. Es fehlt in dieser Hinsicht jede Möglichkeit der Verständigung. Ebenso fehlt bei Druck auf die rudimentären Bulbi jede Andeutung eines Druckphosphens. Das Gefühl von strahlender Wärme erweckt in ihr niemals etwas wie Lichtempfindung, sie weifs aber wohl von Hörensagen, dafs es wärmeausstrahlende Gegenstände giebt, die leuchten, aber auch solche, die nicht leuchten. „Vom Leuchten habe ich immer

gehört, aber etwas Besonderes denken kann ich mir nicht dabei, nur wenn ich in die Sonne sehe, dann fühle ich, dafs es glühend ist."

3. Von Farben hat Patientin naturgemäfs keine Vorstellung und doch giebt sie mit Bestimmtheit an, dafs Blau und Grün ihre Lieblingsfarben seien, und dafs sie die rote Farbe nicht gern möge. Auf die Frage, wie ihre Abneigung gegen Rot wohl entstanden sein möge, weifs sie anfangs keine bestimmte Auskunft zu geben. Sie meint zuerst, es könne wohl so zusammenhängen, dafs sie von Hörensagen wisse, Rot sei eine auffallende helle Farbe, und es schicke sicht nicht für sie, in ihrem Alter und bei ihrer Blindheit sich auffallend zu kleiden, und daher stamme vielleicht ihre Abneigung gegen Rot. Zwei Tage später macht sie die spontane Angabe, dafs sie, nachdem sie viel darüber nachgedacht habe, jetzt zu wissen glaube, warum ihr Rot eine unangenehme Farbe sei. Sie habe in der ersten Zeit ihrer Jugend keinen Unterschied zwischen Rot und den anderen Farben machen können; als sie im zehnten Lebensjahre ein grofses Schadenfeuer mit erlebt habe und die Leute ihr sagten, es sei ein schrecklich heller roter Feuerschein zu sehen. Sie glaube jetzt, dafs aus dieser Zeit ihre Abneigung gegen Rot stamme.

Wenn Patientin mit Objekten und Gegenständen der Aufsenwelt in Berührung kommt oder von denselben sprechen hört, so erkundigt sie sich nie nach der Farbe derselben, wie sie angiebt.

Trotz ihrer Blindheit ist Patientin eine grofse Blumenfreundin, die Rosen sind ihr am liebsten, auch nicht riechende Blumen hat sie sehr gern und freut sich darüber. Sie ist der Ansicht, dafs ihr Farbe und auch Geruch nicht mafsgebend seien für ihre Vorliebe gewissen Blumen gegenüber. Sie kann einen Grund dafür nicht angeben. „Es macht mir Freude, dafs ich die Blumen aufgezogen habe."

4. Ästhetisches Urteil der Patientin. Auf die Frage, ob sie sich wohl getraue, nach dem Gefühl zu beurteilen, ob ein menschliches Antlitz schön oder häfslich sei, antwortet sie mit „nein". Und auf den Einwand, es müsse doch auch ihr ein jugendliches glattes Gesicht schliefslich schöner erscheinen, als das faltige Gesicht eines alten Menschen, erwidert sie, dafs sie das nicht sagen könne, es müsse doch auch alte schöne

Gesichter geben. Sie könne das eine schliefslich nicht schöner oder häfslicher finden als das andere.

Über das Aussehen von Objekten, Schmucksachen u. s. w. erlaubt sie sich schon eher ein Urteil nach dem Gefühl „ob schön, ob häfslich“, ja oft giebt sie ohne alles Besinnen ihre bestimmte Ansicht kund. Das obere Ende eines etwas kompliziert gearbeiteten Augenspiegels, den man ihr in die Hand giebt, erklärt sie ohne Besinnen für eine Broche und zwar für eine sehr schöne, „weil so viele kunstvolle Arbeit daran sei“. Sie wird bei ihrem Urteil über die Schönheit eines Gegenstandes in erster Linie geleitet durch eine komplizierte Form desselben und durch die Annahme, dafs es sehr mühevoll gewesen sein müsse, denselben herzustellen, dann mufs er auch schön sein nach ihrer Ansicht. Als man ihr einen glatten und einen rauhen Stab in die Hand giebt, hält sie den glatten für unbedingt schöner, es sei denn, dafs die Rauhigkeit des zweiten Stabes durch mühevolle künstlerische Arbeit hervorgebracht sei, dann müsse sie diesen für schöner als den glatten halten.

Früher bis zu ihrem sechszehnten Lebensjahre hatte Patientin Freude an Schmuckgegenständen und trug gern Schmuck, jetzt liebt sie es nicht mehr Schmuck zu tragen, weil der Pfarrer sagte, das seien eitle Dinge und man solle sein Herz nicht daran hängen.

Dagegen ist Patientin sehr musikalisch und hat grofse Freude an schönen Melodien.

Für einen jungen Mann will sie sich nie interessiert haben, hat nie einen solchen geliebt, „ich habe immer lieber Kinder und alte Leute gehabt. Ich bin gegen Fremde immer sehr zurückhaltend, und es würde mir nie in den Sinn gekommen sein, zu heiraten.“

5. Erinnerung an Personen und Gegenstände sowie das Erkennen derselben. Bei der Erinnerung an Personen und an gewisse Tiere wird sie in erster Linie durch ihre akustischen Erinnerungsbilder geleitet. Sie erinnert sich der Stimme der abwesenden Persönlichkeiten. Bei Gegenständen und auch bei stummen Tieren, z. B. einer Katze, sind es hauptsächlich die Erinnerungsbilder, welche sie durch den Tastsinn gewonnen hat, die mafsgebend für sie sind. So erinnert sie sich ihrer Mutter in erster Linie nach der Stimme. Auf die Frage, ob sie wohl ihre Mutter durch das Abtasten des Gesichts

derselben erkennen würde, erwidert sie: „Ich glaube nicht, wohl aber wenn ich ihre Hand berühre; man giebt doch auch andern Leuten die Hand und dadurch kennt man mehr den Unterschied. Bei Gesichtern ist das anders, man fühlt doch nicht jeden Menschen nach dem Gesicht".

Bei Nennung von Namen fremder Menschen denkt sie niemals an deren Äufseres, Bart, Haar, Nase, Mund u. s. w. Gefragt: „Wie denken Sie sich einen Menschen aussehend?" antwortet sie: „Ich denke an ein Kind, das ich oft angefafst habe, und übersetze dies ins Grofse". Ebenso ist es mit ihrem Begriff von einem grofsen Baum, auch hier denkt sie an einen kleinen, der der Betastung zugänglich war, und übersetzt das ins Grofse. Auch behauptet sie, dafs sie sich eine Vorstellung von einem Walde machen könne, indem sie an eine Anzahl solcher Bäume denke.

Von Dingen, die keinem ihrer funktionierenden Sinne zugänglich sind, kann sie sich keine Vorstellung machen. Auf die Frage, wie sie sich eine Wolke vorstelle, antwortet sie, es gebe schwarze und weifse Wolken. Sie erinnere sich hierbei einer Stelle aus der Bibel („Prophet Elia"), wo steht: „Ich sahe eine kleine Wolke vom Meere aufsteigen, als eines Mannes Hand, und ehe man zusah, war der Himmel schwarz von Wolken und es kam ein grofser Regen". — Auf die Frage, ob sie sich nun eine Wolke wie eines Mannes Hand vorstelle? antwortet sie: „Nein, nur die Gröfse schwebt mir vor".

„Erscheint Ihnen ein Weifser und ein Neger verschieden zu sein?" — „Das kann ich wirklich nicht sagen, ich denke, es sind gleiche Menschen, nur die Farbe ist verschieden."

6. Die Träume der Patientin sind dadurch charakterisiert, dafs sie eigentlich nur im Traum hört, Gefühlsvorstellungen sollen nur ganz gelegentlich dabei in die Erscheinung treten.

7. Vorstellung von Bildern und vom Spiegel. Von Bildern kann Patientin sich so gut wie gar keinen Begriff machen, doch hat sie früher gelegentlich über die Fläche erhabener Bilder gefühlt und diese Vorstellung des Erhabenseins über die Oberfläche verbindet sie auch jetzt wohl noch mit dem Begriff des Bildes. Bei der Frage: „Denken Sie bei einem Bilde an ein Erhabensein desselben?" antwortet sie erst mit „Nein". Dann sagt sie nach längerem Besinnen: „Ja, eigentlich doch, ich mufs dann immer an über der Fläche erhabene Bilder denken."

Vom Spiegel kann sie sich gar keinen Begriff machen. „Ich kenne ihn ja durch das Gefühl und habe gehört, dafs man sich darin sieht, und so denke ich, so wie man einen anderen Menschen im Bilde sieht, so sieht man sich auch im Spiegel. Man kann sich nur sehen im Spiegel, weil etwas dahinter ist und ebenso bei offenstehendem Fenster.“

8. Das Lesen von erhabener Blindenschrift nach dem Gefühl hat Patientin gelernt und liest ziemlich geläufig in der Weise mit den Fingern. „Jedoch habe ich selbst nie gern gelesen. Ich konnte viel besser auswendig behalten, wenn ich durch Andere vorlesen hörte, als wenn ich selbst nach dem Gefühl las. Ich mufs beim Selbstlesen zu viel über Anderes (wie die Buchstaben sich anfühlen, was sie bedeuten u. s. w.) nachdenken, und dadurch kann ich dann nicht so leicht auswendig behalten.“

Schreiben kann Patientin nur sehr schlecht, die einzelnen Buchstaben ihres Namens sind kaum erkennbar und sehr kritzelich, nach Vollendung einzelner Buchstaben hält sie inne und sagt „es geht nicht mehr weiter, als Kind konnte ich meinen Namen ziemlich schreiben, aber jetzt geht es nicht mehr“.

Ebenso gelingt ihr das Aufzeichnen einfacher mathematischer Figuren, eines Kreises, eines Vierecks u. s. w., nur sehr unvollkommen.

9. Das Gefühl der Furcht, des Abscheus und des Ekels hat Patientin gelegentlich sehr ausgesprochen bei Berührung von gewissen Dingen der Aufsenwelt. So sind ihr die Mäuse sehr verhafst, sie graut sich davor, und zwar glaubt sie selbst dies Gefühl des Abscheus davon ableiten zu können, dafs sie vor langen Jahren einmal ganz unvorhergesehen eine tote Maus in die Hand bekam. Auch empfinde sie Abscheu vor gewissen gröfseren Insekten, mit denen sie früher in Berührung gekommen sei. Auf die Frage, ob sie z. B. mit dem Begriff einer Schlange nicht eine sehr unangenehme Empfindung das Gefühl des Ekels verbinde, antwortet sie sofort mit „nein“. Über eine Schlange habe sie noch nie nachgedacht, sie kenne gar keine, wisse nicht, wie dieselbe geformt sei und somit verbinde sich bei ihr damit auch keine unangenehme Empfindung, obwohl sie schon gehört habe, dafs es böse und zuweilen giftige Tiere seien.

10. Auffallend ist bei der Patientin, dafs sie trotz ihrer

völligen Blindheit von jeher doch die Gewohnheit hat, das Gesicht auf eine ihr entgegenkommende Persönlichkeit zu wenden, ferner das Gesicht auch auf denjenigen zu richten, der sie anredet. Gefragt, warum sie das thue, da es ihr doch für die Wahrnehmung oder für die Orientierung nichts nützen könne, weifs sie anfangs keine Auskunft zu geben. Später meint sie, sie glaube, das stamme noch aus der Schulzeit her, wo sie angehalten wurde, das Gesicht zum Lehrer hinzuwenden, wenn er mit ihr sprach, auch sei sie angehalten worden, mit zugewandtem Gesicht zu grüfsen.

11. Das Taxieren von Entfernungen nach dem Gehör ist bei der Patientin recht unsicher. Sie scheint sich in dieser Hinsicht auch wenig geübt zu haben, indem sie etwa in dem gegebenen Falle die Schritte abzählt, worauf sie der Pfarrer als auf ein Hülfsmittel für die Orientierung schon früh aufmerksam gemacht hat.

Die Richtung, aus welcher ein Geräusch kommt, kann Patientin relativ sicher mit der Hand angeben.

Auch Mafseinheiten markiert sie mit beiden Händen ziemlich gut.

12. Für die Annäherung an ein hohes Hindernis (z. B. die Wand) hat Patientin ein sehr feines Gefühl. Sie merkt es sicher, wenn sie derselben sehr nahe gekommen ist. „Ich fühle es, es ist, als ob die Luft sich verdichtet.“ Eine weitere genauere Definition vermag sie nicht zu geben.

13. Auf die Frage, ob sie sich wohl bei der Erkennung von Gegenständen des Geruches und Geschmackes mehr bediene als andere Menschen, da sie ja nicht sehe, antwortet sie bestimmt im negativen Sinne.

Dagegen macht sie von ihrem Tastsinn naturgemäfs einen sehr ausgedehnten Gebrauch, aber auch bei ihr ergeben Untersuchungen mit dem Tasterzirkel über die Gröfse der Empfindungskreise an verschiedenen Körperregionen und namentlich an den Fingerspitzen durchaus keine höheren Werte als bei anderen normalen und normal sehenden Menschen. Erwähnt sei das hier nur mit Rücksicht auf gegenteilige Angaben bei der bekannten Laura Bridgmann.

14. Die Augenbewegungen der Patientin:

Zunächst bestehen auf beiden Seiten häufige unwillkürliche nystagmusartige Zuckungen im assoziierten Sinne und in seit-

licher Richtung, jedoch kein eigentlicher schnellschlägiger kontinuierlicher Nystagmus. Von diesen unwillkürlichen Bewegungen hat Patientin kein Bewufstsein.

Dagegen ist sie auffallenderweise auch im stande, willkürlich und auf Geheifs deutliche, wenn auch minimale Bewegungen in seitlicher Richtung und im assoziierten Sinne mit den rudimentären Augen auszuführen. Sie sagt bei diesen Versuchen: „Das geht nicht so rasch und strengt auch sehr an. Es ist so steif.“ Nach oben und unten fehlen derartige willkürliche Bewegungen auf Geheifs so gut wie vollständig, in seitlicher Richtung dagegen sind sie deutlich erkennbar. Patientin hat dann nach ihrer Angabe auch „ein leises Gefühl“, dafs ihre Augen sich bewegen.

Diese Thatsache erscheint besonders bemerkenswert mit Rücksicht darauf, dafs sie niemals eine Spur von Lichtempfindung besessen und die Bulbi selbst von Geburt an nur als ganz kleine Rudimente vorhanden sind. —

Hiermit will ich die vorstehenden thatsächlichen Mitteilungen zur Lehre vom Erlernen und Verlernen des Sehens, sowie zum Kapitel der totalen angeborenen Amaurose schliefsen. Der erste Fall bietet grofse Analogien zu der früheren, s. Z. genau mitgeteilten Beobachtung und zu den sonstigen Beobachtungen in der Litteratur. Die auch dieses Mal wieder gemachten Wahrnehmungen sind sämtlich mit der empiristischen Theorie sehr wohl in Einklang zu bringen und erklären sich ungezwungen aus derselben.

Dasselbe läfst sich von den bei unserem zweiten Falle beobachteten Thatsachen sagen, und halte ich diesen noch deshalb für besonders bemerkenswert, weil wegen der langen Dauer der Rückbildung der Sehstörung Gelegenheit geboten war, eingehendere Studien über die einzelnen Phasen dieses krankhaften Zustandes zu machen, als es in den früheren einschlägigen Beobachtungen möglich gewesen ist; und ich möchte glauben, dafs die gemachten Wahrnehmungen geeignet sind, die Erklärung der Amaurose nach Blepharospasmus bei jüngeren Kindern im Sinne Lebers zu stützen. Jedenfalls sind die sonst aufgestellten Hypothesen für die Deutung dieser seltsamen Erscheinungen weniger geeignet, eine befriedigende Erklärung zu geben.

Der letzte Fall von totaler kongenitaler Amaurose mit

hochgradigem doppelseitigen Mikrophthalmus (sogenanntem Anophthalmus congenitus) liefert, wie ich glaube, einen ganz bemerkenswerten Beitrag zum Seelenleben des vollkommen blindgeborenen Menschen, der niemals einen Begriff von Hell und Dunkel erhalten hat und gezwungen war, von Geburt an durch seine übrigen Sinne nach Möglichkeit diesen Defekt des Gesichtssinnes auszugleichen. Es ergeben sich hierbei auf den ersten Blick sehr überraschende Angaben von seiten der Untersuchten, die aber doch bei genauerer Nachforschung ihre natürliche Erklärung finden. Erleichtert und gefördert wurden die Untersuchungen bei der Patientin aufserordentlich durch die grofse Intelligenz derselben und durch das hervorragende Interesse, das sie selbst an ihrem Zustande nahm, und mit dem sie bemüht war, eine Reihe von Erscheinungen in ihrem Seelenleben aufzuklären.

Gedanken zu einer Ästhetik auf entwickelungsgeschichtlicher Grundlage.

Gleichzeitig als Bericht über

Karl Groos, „Die Spiele der Tiere“.

(Jena, Fischer, 1896. 359 S.)

Von

Konrad Lange.

Diesem Buche gegenüber bin ich in einer eigentümlichen Lage. Als ich im Jahre 1892 meine „*Künstlerische Erziehung der deutschen Jugend*“ (Darmstadt, Bergsträfser, 1893) schrieb, mufste ich natürlich auch auf die Kinderspiele näher eingehen. Dabei war mir klar geworden, dafs das Spiel in noch viel höherem Mafse, als man bisher annahm, eine Analogieerscheinung oder Vorstufe der Kunst sei. Ich hatte mir damals vorgenommen, diesen Gedanken, dessen Keime bekanntlich schon bei Kant, Schiller und Spencer zu finden sind, demnächst weiter zu verfolgen und bei dieser Gelegenheit auch die Spiele der Tiere genauer zu untersuchen. Schon hatte ich meinen zoologischen Kollegen Eimer gebeten, mir bei der ersten Sammlung des Materials behilflich zu sein, als ich erfuhr, dafs Professor Groos in Giefsen, dessen vortreffliche „*Einleitung in die Ästhetik*“ Giefsen 1892) ich inzwischen kennen gelernt hatte, im Begriff sei, ein Buch über die „*Spiele der Tiere*“ zu schreiben. Dieses Buch liegt nun seit anderthalb Jahren vollendet vor, und ich kann nur sagen, ich freue mich, dafs der Verfasser mir damit zuvorgekommen ist. Denn ich hätte gerade jetzt doch nicht die Zeit gehabt, die zoologische Litteratur in dieser eingehenden Weise durchzuarbeiten und mir besonders in den heiklen Fragen der

modernen Psychologie und der Darwin-Weismannschen Deszendenztheorie eine so scharf präzisierte Überzeugung zu bilden, wie das dem Philosophen von Fach möglich gewesen ist. Wenn ich es nun unternehme, das Buch hier ausführlicher und in etwas anderer Form, als es in der Regel bei Rezensionen geschieht, zu besprechen, so drängt mich dazu nicht nur die Freude darüber, dafs ich gerade in den Hauptpunkten vollkommen mit dem Verfasser übereinstimmen kann, sondern auch das Gefühl, bei einem Stoffe, über den ich mir selbst schon lange meine Gedanken gemacht habe, durch einige neue Gesichtspunkte und kleinere theoretische Abweichungen vielleicht aufklärend wirken und den Verfasser selbst in seinen weiteren Arbeiten fördern zu können.

Wir haben es bei dem Groosschen Buch mit nichts Geringerem zu thun als mit der Einleitung einer neuen Epoche der ästhetischen Forschung, mit dem ersten wirklich wissenschaftlichen Beitrag zu einer Ästhetik auf entwickelungsgeschichtlicher Grundlage. Wenn das vielleicht nicht allen Lesern sofort klar geworden ist — ich habe sehr wunderbare Kritiken des Werkes gelesen — so liegt das einmal daran, dafs der Verfasser hier selbst noch mit seinen Ansichten ringt, noch zu sehr unter der Herrschaft des Stoffes steht, uns, wenn ich so sagen soll, noch zu oft in die Werkstatt seiner Gedanken hineinsehen läfst, wodurch mancher Leser vielleicht die Hauptsache übersehen konnte. Dann aber vor allem daran, dafs sich der Verfasser das beste, was er weifs, ohne Zweifel für sein geplantes Werk über die Spiele der Kinder aufgespart hat, wo es ja auch noch mehr am Platze ist. Ja, ich würde es sogar für kein Unglück gehalten haben, wenn er auch die letzten Abschnitte des vorliegenden Buches (von S. 313 an) an dieser Stelle noch nicht abgedruckt hätte, da sie streng genommen mit dem Spiel der Tiere nichts mehr zu thun haben.

Keime zu einer evolutionistischen Ästhetik lagen ja schon mehrfach vor, besonders bei Darwin, Spencer, Weismann, Wallace, Souriau u. A., aber man hatte sie gerade auf ästhetischer Seite bisher nur wenig beachtet, weil man die Modifikationen der Darwinschen Deszendenztheorie, wie sie in der neodarwinistischen Entwicklung der Zoologie vorliegen, fälschlich als eine Erschütterung der ganzen Entwicklungslehre auffafste und nun natürlich auf einem scheinbar so unsicheren Fundament nicht weiter-

bauen wollte. Der Verfasser zeigt nun aber meines Erachtens in einwandfreier Weise, dafs auch der unbestrittene Kern der Darwinschen Theorie, nämlich die Hypothese von der Bedeutung der natürlichen Auslese für die Erhaltung der Arten, vollkommen genügt, um die Entwickelung der ästhetischen Phänomene bei den Lebewesen zu erklären. Ja, er führt sogar aus, dafs auch die sexuelle Auslese in gewisser Weise auf die Entwickelung des Spiel- und Kunsttriebes einen Einflufs gehabt haben könne, wenn auch nicht ganz in dem Sinne, wie es Darwin wollte.

Das Werk zerfällt dem Inhalt (nicht der Form) nach in drei Teile: erstens die Aufzählung und Beschreibung aller tierischen Spiele, die bisher beobachtet worden sind (S. 77—229 und S. 253—291), zweitens ihre psychologische Erklärung (S. 292 bis 313, aber auch S. 1—21 und passim), drittens die Erörterung ihrer entwicklungsgeschichtlichen Bedeutung (S. 22—76 und 230 bis 252). Der Verfasser möge mir gestatten, sein Buch in dieser Weise umzuordnen, da für meinen Zweck die stilistischen oder pädagogischen Gründe nicht mafsgebend sein können, die ihn veranlafst haben mögen, den Inhalt der einzelnen Teile mehr in gleichmäfsiger Weise über das Ganze zu verteilen.

Was zunächst die Materialsammlung betrifft, so steht der Verfasser dabei ja natürlich auf den Schultern zahlreicher Vorgänger, von denen unter den älteren besonders Reimarus, Brehm, Naumann und Scheitlin, unter den jüngeren besonders Darwin, die Brüder Müller, Hudson und Romanes zu nennen sind. Aber er hat auch eigene Beobachtungen gemacht, z. B. an Hunden (er ist anscheinend ein grosser Hundefreund) und in zoologischen Gärten, und eine anregende und ergebnifsreiche Korrespondenz mit dem Direktor Seitz vom Frankfurter zoologischen Garten geführt, durch die ihm mancher neue Gesichtspunkt vermittelt worden ist. Aus diesen verschiedenen Quellen ist nun eine Materialsammlung hervorgegangen, die an Vollständigkeit gerade der hier in Betracht kommenden Erscheinungen alle bisherigen Schriften über Tierpsychologie bei weitem übertrifft. Vor allen Dingen hat der Verfasser aber dieses grofse Material geistig zu durchdringen gesucht, indem er es nach bestimmten Gesichtspunkten geordnet und danach acht verschiedene Arten von Spielen unterschieden hat.

Hier möchte ich nun allerdings gleich einen gewissen Vor-

behalt machen. Ich selbst hatte in meiner *künstlerischen Erziehung* die Spiele der Kinder in vier Gruppen eingeteilt: 1) Bewegungsspiele, 2) Sinnesspiele, 3) Kunst- oder Illusionsspiele, 4) Verstandesspiele. Unter Bewegungsspielen hatte ich z. B. das bloſse Springen und Tanzen ohne bestimmtes Rollenbewuſstsein (ohne daſs sich das Kind in einer bestimmten Rolle fühlt), unter Sinnesspielen diejenigen Spiele, bei denen der Genuſs vorwiegend im Sehen oder Hören merkwürdiger Formen, Farben, Bewegungen und Töne besteht, unter Kunst- oder Illusionsspielen diejenigen, bei denen das Kind sich in ein anderes Wesen hineinfühlt, oder sich einer Phantasievorstellung hingiebt, unter Verstandesspielen z. B. Lotto, Dambrett, Schach u. s. w. verstanden. Da die letztere Gattung beim Tier natürlich wegfällt, blieben also für die Tierpsychologie nur drei Klassen von Spielen übrig, Bewegungsspiele, Sinnesspiele und Illusionsspiele. Als Beispiel für die ersten würde etwa zu nennen sein: das planlose Herumrennen der Hunde bei Spaziergängen, als Beispiel für die zweiten: das Zerknittern von Papier und das Schlagen an tönende Gegenstände, wie man es bei Affen beobachten kann, als Beispiel für die dritten: das Spiel des Hundes mit einem Stück Holz, in das er wie in ein Beutetier hineinbeiſst, oder der Katze mit dem Garnknäuel, das sie wie eine Maus verfolgt.

Der Verfasser unterscheidet dagegen acht Arten von tierischen Spielen, nämlich 1) das Experimentieren, 2) die Bewegungsspiele, 3) die Jagd- und Kampfspiele, 4) die Liebesspiele, 5) die Baukünste, 6) die Pflegespiele, 7) die Nachahmungsspiele, 8) die Neugier. Die Abtrennung der Bewegungsspiele von den Jagd- und Kampfspielen, die ja auch auf Bewegung beruhen, begründet er ähnlich wie ich durch das Kennzeichen, daſs bei jenen die Lust bloſs in der Bewegung, bei diesen auch in dem Spielen einer Rolle besteht. Dagegen würde ich es für richtiger gehalten haben, wenn die Nummern 3), 4), 6) und 7) unter einen gemeinsamen Begriff, nämlich den der Illusion, zusammengefaſst worden wären. Denn ihr gemeinsames Kennzeichen ist eben, wie der Verfasser im Verlauf seiner Arbeit selbst ausführt, die Illusion. Ob diese sich in der Weise geltend macht, daſs die Tiere so thun, als ob sie mit einander kämpften, oder in der, daſs sie so thun, als ob sie ein Wild jagten, als ob sie sich begatten wollten, als ob sie ein Junges pflegten, als ob

sie irgend ein anderes Geschöpf wären, ist der Sache nach ziemlich gleichgiltig. Alles das sind nur verschiedene Modifikationen eines und desselben Gefühls, nämlich der Illusion.

Was aber das Experimentieren betrifft, so ist das, was Groos so nennt, meines Erachtens überhaupt nicht von den Bewegungsspielen und Sinnesspielen zu trennen. Denn wenn der Verfasser darunter das Sichrecken, Greifen, Flattern, Nagen und Scharren junger Tiere in den ersten Lebenstagen, aufserdem aber auch das Bellen der jungen Hunde, das Schnurren der Katzen u. s. w. versteht, wodurch die Tiere die Herrschaft über ihren Körper und die Kenntnis ihrer Umgebung erwerben und ihre Sinneswerkzeuge ausbilden, so ist nicht einzusehen, wie man diese Thätigkeiten prinzipiell von den Bewegungs- und Sinnesspielen, d. h. dem Rennen, Springen, Klettern, Flattern, Schwimmen, Bellen, Brüllen, Schnattern ohne bestimmten Zweck und ohne Rollenbewufstsein scheiden will. Wo hört das eine auf und wo fängt das andere an?

Der Verfasser wird vielleicht sagen: da wo der Genufs an der Thätigkeit anfängt. Ich gebe ihm das zu, möchte dabei aber bemerken, dafs ein Genufs bei jedem Spiel vorausgesetzt werden mufs (was ja auch seine Ansicht ist), dafs also alles, was vor dem Genufs oder aufserhalb des Genusses liegt, streng genommen überhaupt nicht als Spiel betrachtet werden darf. Wenn ich mich morgens beim Aufstehen mifsmutig recke, so ist das kein Spiel, sondern eine physiologisch begründete Bewegung, die einen bestimmten Zweck hat und aufserdem eher von einem Unlustgefühl als von einem Lustgefühl begleitet ist. Wenn ich aber im Lauf des Tages Tennis spiele, so ist das ein Spiel und zwar ein Bewegungsspiel. Denn es verschafft mir Lust durch Bewegung. Genau so ist es bei den Tieren. Die allerfrühesten Reflexbewegungen der neugeborenen Tiere, die sich aus rein physiologischen Gründen erklären, sind kein Spiel, da es ganz unwahrscheinlich ist, dafs sie ihnen Genufs bereiten, und da sie praktisch ebenso notwendig sind wie das Saugen neugeborener Kinder an der Mutterbrust. Das Spiel fängt meines Erachtens erst da an, wo die Bewegung einmal als Genufs empfunden wird und zweitens nicht gleichzeitig einem bestimmten praktischen Zweck dient. Dafs man diese Grenze durch Beobachtung nicht genau feststellen kann, weifs ich sehr wohl. Darum bin ich auch dagegen, das Experimentieren

von den Bewegungs- und Sinnesspielen loszutrennen und als eine besondere Art von Spiel zu bezeichnen. Ich rechne deshalb denjenigen Teil des Experimentierens, der eine lustvolle und zwecklose Bewegung der Glieder (auch der Lungen) darstellt, zu den Bewegungsspielen, denjenigen, der in einer Übung und Ergötzung der Sinne besteht, zu den Sinnesspielen.

Zu den letzteren gehört nun aber meiner Ansicht nach auch alles das, was etwa von der Neugier als wirkliches Spiel betrachtet werden kann. Wifsbegier und Aufmerksamkeit sind an sich jedenfalls kein Spiel, da sie einen ganz bestimmten praktischen Zweck haben und, so lange sie überhaupt andauern, ohne ausgesprochene Lustempfindungen sind. So will denn auch der Verfasser die Neugier nur insofern als Spiel gelten lassen, als sie „spielend ausgeführte theoretische Aufmerksamkeit“ (mit anderen Worten spielende Wifsbegier) ist. Aber inwiefern kann man überhaupt von einer spielenden Aufmerksamkeit reden? Hat die Aufmerksamkeit einen praktischen Zweck, d. h. bereitet man sich durch sie auf einen Eindruck vor, der irgend einen Zweifel beseitigen, ein Rätsel lösen soll, so so ist sie offenbar kein Spiel. Und ist sie Spiel, so ist sie offenbar keine Aufmerksamkeit, sondern ästhetische Anschauung. Wenn man eine Schlange in einen Affenkäfig legt, und die Affen kommen, wie das der Verfasser ausführt, neugierig auf das ungewohnte Etwas zugeschritten, das da zusammengeballt liegt, kann man da von Spiel reden? Kann man überhaupt das aus Neugier und Furcht gemischte Gefühl, das wir hier bei den Affen voraussetzen müssen, als Lustgefühl auffassen? Wenn sie sich aber überzeugt haben, dafs die Schlange tot ist, und sich nun über ihre schönen Farben und ihre schillernde Haut freuen — falls sie das überhaupt thun — so ist das offenbar eine Vorstufe der ästhetischen Anschauung oder ein Sinnesspiel, dann aber ist es eben keine blofse Aufmerksamkeit oder Neugier mehr. Ich möchte also auch diese als besonderes Spiel streichen.

Ebenso rechne ich zu den Sinnesspielen einen grofsen Teil derjenigen Erscheinungen, die Groos unter den Nachahmungsspielen aufzählt, nämlich alle aus der Nachahmung anderer Wesen hervorgegangenen Stimmübungen. Dagegen läfst es sich wohl rechtfertigen, wenn der Verfasser die Baukünste in eine besondere Klasse verweist, wobei ich nur bemerken

möchte, dafs, wenn man auch die Schmuckkünste überhaupt in dieselbe Klasse setzen wollte, es vielleicht doch praktischer wäre, sie ebenfalls den Sinnesspielen zuzurechnen.

Es blieben also als tierische Spiele nur: 1) Bewegungsspiele, 2) Sinnesspiele, 3) Bauspiele, 4) Illusionsspiele, und die letzteren würden wieder in Kampf- und Jagdspiele, Liebesspiele, Pflegespiele (und Nachahmungsspiele) zerfallen.

Wenn wir nun auf die Illusionsspiele näher eingehen, so hat der Verfasser da, wie mir scheint, die Grenze zwischen Spiel und Ernst nicht immer ganz scharf gezogen. Er weifs allerdings den Unterschied zwischen dem eigentlichen Spiel und der Ernsthandlung sehr wohl zu würdigen und hat bei einer ganzen Reihe von Beispielen sehr besonnene und sorgfältige Erwägungen darüber angestellt, ob wir es nur mit einem Spiel oder mit einer Ernsthandlung zu thun haben. Allein das hat ihn doch schliefslich nicht verhindert, manches als Spiel aufzufassen, was diesen Namen offenbar nicht verdient.

Besonders deutlich ist mir dies bei den Pflegespielen entgegengetreten. Wenn Pechuël-Loesche Recht hat, dafs Paviane allerhand leblose Gegenstände, wie Kinder ihre Puppen, pflegen, sie abends mit in ihre Schlafkästen nehmen und dort auch am Tage verwahren (S. 163), so ist das allerdings ein Spiel. Aber gerade dieser Erzählung möchte Groos wenig Beweiskraft beilegen, während er z. B. als Pflegespiele das Aufziehen von Jungen anderer Arten durch ältere kinderlose Tiere oder die Freundschaftsverhältnisse verschiedener Tiere untereinander auffafst, die doch schliefslich nicht mit mehr Recht Spiele genannt werden können, als das Aufziehen und Pflegen der eigenen Jungen. Denn in allen diesen Fällen liegt doch ein bestimmter praktischer Zweck vor, der den Gedanken an Spiel ausschliefst. Ebensowenig, wie man die Liebe der Stiefeltern zu ihrem Stief- oder Adoptivkinde oder Freundschaft und Mitleid als Spiel oder Kunst bezeichnen kann, ebensowenig dürften die analogen Erscheinungen des Tierlebens unter den Begriff Spiel zu rubrizieren sein. Man müfste denn in allen diesen Fällen annehmen, dafs das Tier bei der Pflege von Jungen anderer Arten sich der Illusion hingäbe, ein eigenes Kind zu pflegen, und das dürfte im einzelnen Falle schwer zu beweisen sein.

Dasselbe Bedenken mufs ich gegen die Behandlung der Liebesspiele bei Groos erheben. Er giebt zwar zu, dafs

die Bewegungen und Töne, die das Männchen bei der Bewerbung macht, das Sichaufblasen, das Zeigen des Federschmucks, das Hinundhertrippeln oder Sichducken, das Flügelschlagen oder lebhafte Fliegen, sich von den eigentlichen Spielen durch die Beziehung auf den wirklichen Akt der Begattung unterscheiden. Aber er will doch den hergebrachten Namen Spiel auch für die Bewerbungserscheinungen selbst beibehalten wissen, weil das Männchen dabei ein Bewufstsein von der Wirkung dieser Künste auf das Weibchen und ein „Gefühl der Selbstdarstellung“ habe. Es wäre das dann ganz derselbe Fall wie beim Stutzer, der, um Eindruck auf eine Schöne zu machen, seinen Bart dreht, seufzt, sich in den Hüften wiegt u. s. w.

Allein hier mufs man doch zweierlei ganz scharf unterscheiden, nämlich diejenigen Bewerbungskünste, die Mittel zum Zweck sind, und diejenigen, die nicht zur Begattung führen oder führen sollen. Kein Mensch wird auf den Gedanken kommen, eine reale Verführungsszene, und wenn dabei auch noch so viel bewufste Selbstdarstellung stattfände, für ein Spiel oder eine Kunstleistung zu halten. Was soll uns wohl berechtigen, in derselben Erscheinung bei Tieren ein Spiel zu sehen? Dagegen kennt unser gesellschaftliches Leben eine Menge Vergnügungen, bei denen eine Selbstdarstellung der Geschlechter ohne einen unmittelbaren sexuellen Zweck stattfindet, z. B. den Tanz, die verschiedenen Gesellschaftsspiele, die geselligen Vergnügungen mit Musik und dgl. In allen diesen Fällen reden wir von Spiel. Dieses Spiel hat allerdings eine innere Beziehung zu Bewerbungserscheinungen, insofern diese sich unter Umständen daran anknüpfen können und vielleicht auch da, wo dies nicht der Fall ist, in Gestalt von dunklen Ahnungen damit verbunden sind und einen Teil des Genusses ausmachen. Allein deshalb mufs man sie doch von den eigentlichen Bewerbungshandlungen streng trennen. Danach würde man also auch bei den Tieren nur diejenigen Handlungen als Liebesspiele gelten lassen dürfen, die nicht den unmittelbaren Zweck der Begattung haben. Und deren giebt es bekanntlich eine ganze Menge. Junge Hunde machen die bei der Begattung notwendigen Bewegungen schon lange, ehe sie die nötige Reife erlangt haben, um den Akt der Begattung selbst zu vollziehen. Bei Antilopen hat man solche Bewegungen schon in der sechsten Woche ihres Lebens beobachtet. Erwachsene Tiere, auch solche

desselben Geschlechts, ergehen sich auch zu Zeiten, wo sie offenbar zur Begattung garnicht aufgelegt sind, in ähnlichen Bewegungen. Es ist ja schliefslich eine Sache der Konvention, was man unter Spiel verstehen will, und an sich wäre nichts dagegen einzuwenden, wenn man auch die Bewerbungserscheinungen selbst mit dazu rechnete. Auch ist, wie gesagt, zuzugeben, dafs einerseits das, was man im engeren Sinne Liebesspiel nennt, sehr leicht in eine wirkliche Bewerbungshandlung übergehen kann, andererseits auch die wirklichen Bewerbungshandlungen anfangs eine Zeit lang einen spielerischen Charakter haben können. Aber trotzdem wird es gut sein, im Interesse eines klaren Verständnisses die Grenze wenigstens theoretisch möglichst scharf zu ziehen.

Wenden wir diesen Gesichtkpunkt nun auch auf die anderen Spiele an, so gewinnen wir auch ihnen gegenüber eine klarere Auffassung. So z. B. bei den Jagdspielen. Wenn ein Hund mit einem Stück Holz spielt, als wenn es ein Beutetier wäre, oder eine Katze ein Garnknäuel verfolgt, als wenn sie eine Maus vor sich hätte, so ist das offenbar ein Spiel. Wenn aber eine Katze mit einer Maus, die sie gefangen hat, experimentiert, sie abwechselnd losläfst und wieder fängt, so ist es schon sehr zweifelhaft, ob wir darin noch ein Spiel erkennen dürfen. Giebt sich die Katze dabei der Illusion hin, die Maus liefe ihr wirklich fort, und sie müfste sie wieder fangen, so kann man freilich von einem Illusionsspiel reden, will sie aber durch den Aufschub der Tötung nur ihre instinktive Grausamkeit befriedigen, ihr Machtgefühl geniefsen, ihre bevorstehende Sättigungslust steigern, so kann offenbar von Spiel ebensowenig die Rede sein, wie bei einem älteren Kinde, das ein jüngeres in grausamer Weise neckt, oder bei einem Knaben, der einer Fliege die Flügel ausreifst, ehe er sie tötet. Durch den Endzweck des Beleidigens oder Tötens und das Hinzutreten anderer Instinkte wird hier der Spielcharakter offenbar verdunkelt oder geradezu aufgehoben.

Ebenso ist es mit den dramatischen Spielen. Kein Mensch wird auf den Gedanken kommen, den Kampf zweier brünstiger Hirsche um das Weibchen, der auf Leben und Tod geht, ein Spiel zu nennen. Wenn aber zwei junge Hunde sich bekämpfen, ohne sich doch wirklich zu beifsen, oder Rinder und Böcke mit gesenkten Hörnern gegeneinanderrennen, ohne

sich zu verletzen, so ist das ein Spiel, selbst unter der Voraussetzung, dafs diese Thätigkeiten in einer inneren Beziehung zu Bewerbungserscheinungen stehen.

Bei den Bauspielen trifft genau dasselbe zu. Ein Vogel, der in der Paarungszeit sein Nest baut, spielt nicht, sondern führt eine zweckmäfsige und notwendige Handlung aus. Wenn aber der Zaunkönig, noch ehe er ein Weibchen gefunden hat, Versuche im Nestbauen macht, oder Vögel in der Gefangenschaft an den Stangen ihres Käfigs allerlei Geflechte ausführen, oder der Laubenvogel sich seine wunderbaren Laubengänge baut und sie mit allerlei bunten Gegenständen ausschmückt, nur um aufser dem Nest noch einen Platz zu haben, wo er mit dem Weibchen schäkern und auch wohl seine Bewerbungskünste vornehmen kann, so ist das ein Spiel.

Sehr schwierig ist die Beurteilung dessen, was der Verfasser Nachahmungsspiele nennt. In gewisser Weise kommt ja nicht nur bei den Sinnesspielen, sondern auch bei allen Illusionsspielen, z. B. den Kampf- und Jagdspielen und ebenso den Baukünsten eine Art Nachahmung in Betracht. Denn die Jungen werden zu diesen Spielen offenbar teilweise durch die Nachahmung der Alten veranlafst. Wenn man also die Nachahmungsspiele als besondere Klasse von jenen trennen will, so kann man das nur unter der Voraussetzung thun, dafs man unter Nachahmung etwas Anderes versteht als diese Nachahmung der Alten durch die Jungen. In der That will der Verfasser zu dieser Klasse unter anderem die überraschenden Kunststücke der Affen, die z. B. in Nachahmung ihrer Herren Schrauben auf- und zudrehen, Streichhölzer anzünden u. dgl., oder der Vögel, die, ohne abgerichtet zu sein, sprechen oder menschlich singen lernen, gerechnet wissen. Allein, wer will uns sagen, ob hier nicht eine Art Rollenbewufstsein vorliegt, oder ob die Tiere bei solchen Handlungen überhaupt Lust empfinden? Bei abgerichteten Tieren wenigstens wird man anzunehmen haben, dafs sie die Handlung mehr als Arbeit fassen und den Genufs mehr in der nachherigen Belohnung als in dem Kunststück selbst finden. Man wird deshalb besser thun, den Begriff der Nachahmung als einen, der in allen Künsten eine gewisse Rolle spielt, aufzufassen und nicht zum besonderen Einteilungsprinzip zu machen.

Durch die schärfere Begrenzung des Spielbegriffs, die wir im Vorigen versucht haben, wird nun auch eine bestimmte

Theorie des Verfassers widerlegt, nämlich die, daſs das Spiel keineswegs zwecklos und nur um seiner selbst willen da sei. Leider hat sich der Verfasser in dieser Beziehung von Souriau und Grosse beeinfluſsen lassen, die beide die Theorie von der Zwecklosigkeit des Spieles bekämpft haben. Allein schon die vorsichtige Art, wie Grosse seine Ansicht formuliert, hätte ihn stutzig machen müssen. Denn wenn Grosse auch die Zwecklosigkeit des Spieles leugnet, so fügt er doch ausdrücklich die Versicherung hinzu, daſs der Lustwert des Spieles (und darauf kommt es doch hier allein an), „wie in der Kunst nicht in dem ziemlich unbedeutenden äuſseren Zweck, sondern in der Thätigkeit selbst liegt", und die Begründung, die Souriau seiner Theorie giebt, hätte die sonst so scharfe Kritik des Verfassers vollends herausfordern müssen. „Wenn wir spielen" so sagt nämlich Souriau, „so beschäftigen wir uns immer mit dem Resultat unserer Thätigkeit. Es handelt sich allemal um einen Zweck, den wir erreichen wollen. Wir haben immer eine Schwierigkeit zu überwinden, einen Rivalen zu besiegen oder irgend einen Fortschritt zu machen." Ich verstehe nicht recht, was der französische Ästhetiker damit sagen will. Ob beim Spiel überhaupt ein Zweck vorliegt oder nicht, darauf kommt es hier ja garnicht an, sondern vielmehr darauf, ob dieser Zweck ein spielender (fingierter), oder ein realer (auſserhalb des Spiels liegender) ist. Und da kann doch keine Frage sein, daſs nach der schärferen Begrenzung des Spielbegriffs, die wir gegeben haben, von einem praktischen auſserhalb des Spiels liegenden Zweck — abgesehen natürlich von den Hazardspielen u. dgl. — weder beim Menschen noch beim Tier die Rede sein kann. Ein Knabe, der seinen Spielkameraden beim Balgen niederwirft, verfolgt dabei absolut keinen praktischen Zweck, sondern ist nachher wieder sein bester Freund — wenn das Spiel nicht in Ernst ausgeartet ist. Sein einziger Zweck ist das Niederwerfen, dies gehört aber zum Spiel und kann deshalb nicht in Betracht kommen. Ein Mädchen, das seiner Puppe Kleider macht, hat dabei allerdings einen bestimmten Zweck, nämlich die Puppe zu bekleiden. Aber dieser Zweck ist eben ein spielerischer, fingierter, denn die Puppe friert ja in Wirklichkeit gar nicht, es „hat also eigentlich keinen Zweck", sie zu bekleiden. Nein, wir bleiben bei der alten Theorie stehen, wonach es gradezu eine

Bedingung des Spiels ist, daſs es keinen Zweck hat, wenigstens keinen auſser dem in ihm selbst liegenden fingierten.

Dabei ist aber freilich noch eine genauere Bestimmung nötig. Man muſs noch hinzufügen, daſs es keinen praktischen Zweck hat, der dem Spielenden als solcher bewuſst ist. Denn einen Zweck im höheren anthropologischen Sinne hat das Spiel, wie wir sehen werden, allerdings. Allein gerade dieser ist dem spielenden Kinde nicht bewuſst, geschweige denn dem Tier, und nur der erwachsene Kulturmensch in den groſsen Städten, der kein reines psychologisches Versuchsobjekt mehr ist, weiſs, daſs er Tennis und Foot-ball spielt, um dadurch seinen Körper zu kräftigen.

Aber damit sind wir schon in den zweiten psychologischen Teil des Groosschen Buches hineingeraten, zu dem wir uns jetzt wenden. Wir haben als eine wichtige psychologische Voraussetzung des Spiels das Nichtvorhandensein eines auſserhalb des Spiels liegenden dem Spielenden bewuſsten Zweckes kennen gelernt. Eine zweite ebenso wichtige, die schon oben angedeutet, ist sein Lustcharakter. Es gibt kein Spiel, dessen Wert für den Menschen nicht in erster Linie in der Lust bestände, die es dem Spielenden verschafft. Das ist auch die Ansicht des Verfassers, der die einzelnen Ursachen der Lust bei dieser Gelegenheit genau auseinandersetzt. Und zwar sind es bei den Bewegungs- (und, wie ich jetzt wohl hinzufügen darf, den Sinnes-)spielen offenbar in erster Linie rein physiologische Gründe, die das Lustgefühl erzeugen, die Verstärkung der Muskelaktion, die Beschleunigung des Pulses, die Steigerung der Respirationstiefe, die Erweiterung der peripherischen Blutgefäſse (die starke Bethätigung des Nervensystems). Zu diesen physiologischen Momenten kommen nun aber nach der Annahme des Verfassers noch höhere psychische. Vor allen Dingen die Freude am Ursache-sein, das Machtbewuſstsein, in welchem er geradezu — hierin etwas von Nietzsche beeinfluſst — die psychische Grundlage des Spiels erblickt. Daran ist ohne Zweifel etwas Richtiges, und ich hatte einen ganz ähnlichen Gedanken in meiner *Künstlerischen Erziehung* S. 52 ausgesprochen, als ich von der Bedeutung des Bilderbuches für das Kind sagte: „Es muſs ein unendlicher Reiz für das Kind darin liegen, daſs es in

einem solchen Bilderbuch, Blatt für Blatt umwendend, die zahlreichen Gegenstände der Natur, rascher als es jemals in Wirklichkeit möglich wäre, an seinem Blick vorüberziehen lassen kann. Ein Gefühl, gemischt aus Machtbewufstsein und künstlerischem Genufs, wie es ihm aufserdem nur beim Kunstspiel zu Teil wird! Ein Emporheben über die Unselbständigkeit und Unvollkommenheit seines sonstigen Daseins, wie es sich der Erwachsene nur schwer vorstellen kann. Überall sonst im Leben ist es schwach und abhängig. Hier im Gebiete der Phantasie hat es ein Feld, wo es frei und ungebunden schalten kann. Das ist sein Reich, wo Niemand das Recht hat, ihm dreinzureden. Hier fühlt es sich grofs, mächtig, göttlich, Herrscher und Schöpfer in einer Person." Dennoch möchte ich davor warnen, dem Triebe nach Machtbethätigung bei der Erklärung des Spiels eine zu wichtige Stellung einzuräumen, denn gerade dieser Trieb ist dem Spiel nicht allein eigentümlich, sondern tritt noch viel stärker in anderen Thätigkeitsgebieten des Menschen, z. B. dem sozialen, vor allen Dingen auch bei der Grausamkeit hervor. Und gerade im Spiel ist er doch mehr eine Nebenerscheinung als die eigentliche treibende Ursache.

Übrigens ist es ja klar, dafs die Freude am Auchkönnen, die beim Spiel, wie gesagt, nicht zu bezweifeln ist, in der Kunst eine vollkommene Analogie hat. Der Wetteifer mit Anderen, das „anch' io son' pittore", die Freude an der Überwindung technischer Schwierigkeiten, das Gefühl der Macht über die Gemüter der Menschen, alles das mufs bei grofsen Künstlern ungefähr dieselbe Rolle spielen, wie bei Kindern die Befriedigung, im Spiel siegreich gewesen zu sein oder sonst eine Schwierigkeit überwunden zu haben, und ist gewifs als eine mächtige Förderung der Kunstthätigkeit zu betrachten. Aber für das wichtigste psychische Moment, gewissermafsen die Grundlage der Kunst, wird man es doch kaum halten dürfen.

Diese Bedeutung hat vielmehr ein anderes auch vom Verfasser vollauf gewürdigtes Moment, das in gleicher Weise im Spiel wie in der Kunst auftritt, nämlich das Gefühl der Scheinthätigkeit, der bewufsten Selbsttäuschung. Unter der bewufsten Selbsttäuschung verstehe ich, wie aus meiner *Künstlerischen Erziehung* S. 21 f. und meiner Tübinger Antrittsvorlesung *„Die bewufste Selbsttäuschung als Kern des künst-*

lerischen Genusses“ (Leipzig 1895) hervorgeht, das zentrale Gefühl, das sich bei jedem intensiven Kunstgenuſs einstellt, und das ich als gefühlsmäſsige Erzeugung eines nicht vorhandenen Etwas auf Grund eines sinnlich wahrnehmbaren Realen definiert habe. Man täuscht sich selbst vor, daſs man irgend etwas Lebendiges sehe oder höre oder irgend eine Stimmung habe, während man doch thatsächlich nur toten Marmor oder tote Leinwand sieht und vielleicht eine ganz andere Stimmung hat, als einem der Künstler octroyieren will. Man glaubt etwas zu sehen, zu hören, zu fühlen, und glaubt es doch wieder nicht, kurz, man täuscht sich selbst in bewuſster Weise.[1]

Ich hatte schon im zweiten Heft der eingegangenen Zeitschrift *Aula* darauf hingewiesen, daſs der Ursprung dieses Gefühles nicht nur im Spiel der Kinder, sondern wahrscheinlich schon in dem der Tiere zu erkennen sei, und ich freue mich, daſs der Verfasser dieser Ansicht beitritt, die bewuſste Selbsttäuschung für das feinste und innerlichste Element des Spielvergnügens erklärt und diese Theorie in vorsichtiger und überzeugender Weise zu begründen sucht. Nach seinen Ausführungen darf man es für vollkommen erwiesen halten, daſs der Hund, der mit seinem Spielgenossen kämpft, ohne ihn doch zu verletzen, ganz genau weiſs, daſs das, was er treibt, nur ein Spiel ist. Er redet sich ein, er habe es mit einem Feinde oder einem Jagdtier zu thun, und weiſs doch ganz genau, daſs er einen Freund vor sich hat, den er nicht beiſsen darf. Wenn die Katze mit dem rollenden Garnknäuel spielt, als ob es eine Maus wäre, und dieses Spiel auch dann noch fortsetzt, nachdem sie längst durch Packen und Beiſsen gemerkt hat, daſs es keine Maus ist, so erklärt sich das nur durch die Annahme einer bewuſsten Scheinthätigkeit, das heiſst eben der bewuſsten Selbsttäuschung. Kämen alle diese Spiele nur bei jungen Tieren vor, so könnte man ja freilich sagen: das ganze Spiel ist nichts als eine instinktive Handlung, bei der überhaupt kein psychisches Moment mitwirkt. So aber, wo sie ebenso bei erwachsenen Tieren

[1] Wenn irgend ein jüngerer Rezensent meiner *Bewuſsten Selbsttäuschung* behauptet hat, der Ausdruck „bewuſste Selbsttäuschung“ sei eine Contradictio in adjecto, etwa wie „hölzernes Eisen“, so kann ich ihm nur raten, auſser der Überschrift meiner Abhandlung auch die letztere selbst zu lesen.

vorkommen, die die wirkliche Jagd, den wirklichen Raub aus eigener Erfahrung kennen, reicht diese Erklärung nicht aus. Man mufs vielmehr annehmen, dafs sich beim Tier durch individuelle Erfahrung im Laufe der Zeit ein Bewufstsein von der Nachahmung der eigenen Ernsthandlungen ausbildet, und dieses Bewufstsein ist es eben, was wir „bewufste Selbsttäuschung“ nennen. Danach würde sich also das Lustgefühl der bewufsten Selbsttäuschung infolge einer höheren Entwickelung der Intelligenz ausbilden, und das Tier würde sich durch die Erwerbung dieser Fähigkeit unmittelbar bis vor die Stufe der Kunst erheben. Die Katze weifs einerseits ganz genau, dafs das, was sie vor sich hat, keine Maus ist. Aber sie redet sich ein, es wäre eine, sie ergänzt sich das Garnknäuel phantasiemäfsig zur Maus. Und gerade in dieser Ergänzung, in diesem Spiel der Phantasie besteht für sie der Genufs. Das letztere können wir natürlich nicht empirisch nachweisen, aber wir können es durch die Analogie des kindlichen Illusionsspiels und des menschlichen Kunstspiels sehr wahrscheinlich machen. Wer freilich der Ansicht ist, dafs z. B. in der Malerei die lebendige Vorstellung der Natur auf Grund des toten Scheinbildes nur etwas Nebensächliches sei, der wird diese ganze Auseinandersetzung nicht für richtig halten können.

Bei der Erörterung der kindlichen Spiele hatte ich den Reiz der bewufsten Selbsttäuschung nur innerhalb der eigentlichen Kunstspiele, nicht innerhalb der Bewegungs- und Sinnesspiele gelten lassen. Der Verfasser hält „die Ausdehnung des Begriffs auf die übrigen Spiele ebenfalls für geboten, natürlich mit dem Vorbehalt, dafs das Bewufstsein der Scheinthätigkeit nicht vorhanden sein mufs, sondern nur vorhanden sein kann“. Unter diesem Vorbehalt gebe ich ihm vollkommen recht. Aber gerade das Bewufstsein der Scheinthätigkeit ist ja das einzige Kennzeichen, wodurch sich die Illusionsspiele von den Bewegungsspielen und Sinnesspielen unterscheiden. Wenn ein Hund planlos über eine Wiese rennt, ohne dabei ein bestimmtes Rollenbewufstsein zu haben, so ist das ein Bewegungsspiel. Wenn er dagegen einem geworfenen Stein nachrennt und dabei ein Tier zu jagen glaubt, so ist das ein Illusionsspiel. Im letzteren Fall mufs man natürlich eine bewufste Selbsttäuschung annehmen, im ersteren nicht. Und wenn man danach eine Einteilung der Künste in Bewegungskünste und

Illusionskünste vornimmt, so geht daraus unmittelbar hervor, daſs die bewuſste Selbsttäuschung nicht in allen, sondern nur in den Illusionskünsten eine Rolle spielen kann. Sie fällt weg bei dem, was der Verfasser Experimentieren, Bewegungsspiele und Neugier nennt, und tritt auch bei den Liebesspielen nur insoweit auf, als diese nicht um der Begattung willen ausgeführt werden. Daſs die Grenzen zwischen Bewegungs- und Illusionsspielen, zwischen Scheinthätigkeit und bestimmter Absicht, Spiel und Ernst flüssig sind, und daſs es im einzelnen Falle schwer ist, eine bestimmte Entscheidung zu treffen, ob eine Thätigkeit der einen oder der anderen Gattung angehört, weiſs ich wohl. Das darf uns aber nicht hindern, die Grenzen begrifflich so genau wie möglich festzulegen.

Bei Gelegenheit der bewuſsten Selbsttäuschung fügt der Verfasser zwei Kapitel hinzu, in denen er das von mir zur Erklärung der künstlerischen Illusion gebrauchte Bild von der Pendelbewegung (Hinundherschwanken des Bewuſstseins zwischen Schein und Wirklichkeit) durch den Hinweis auf „die Spaltung des Bewuſstseins in der Scheinthätigkeit“ zu modifizieren und meine Theorie durch eine Erörterung über das „Freiheitsgefühl in der Scheinthätigkeit“ zu erweitern sucht. Ich habe diese Abschnitte natürlich mit ganz besonderem Interesse gelesen, möchte aber hier, wo es sich um die Spiele der Tiere handelt, nicht näher darauf eingehen. Jedenfalls scheint mir der Hinweis auf das Freiheitsgefühl, wie ich schon oben andeutete, eine wichtige Ergänzung der Theorie von der bewuſsten Selbsttäuschung zu sein.

Für ganz besonders glücklich halte ich den Nachweis des Verfassers, daſs das Spiel in seinem ersten Auftreten keine Nachahmung von Ernsthandlungen, sondern vielmehr ein instinktiver Akt, eine Vorübung, oder, wie der Verfasser hübsch sagt, eine „Vorahmung“ der Wirklichkeit ist. Groos stellt sich damit in einen Gegensatz zu Wundt und schlieſst sich besonders an Souriau (Le plaisir du mouvement, *Revue scientifique*, III. Série, Tome XVII) an. Bei dieser Gelegenheit gilt es natürlich, Stellung zu der Frage des Instinkts zu nehmen. Der Verfasser teilt in dieser Beziehung die Auffassung von H. E. Ziegler, (Über den Begriff des Instinkts, *Verhandl. d. deutsch. zool. Gesellsch.* 1891), wonach der Instinkt eine zweckmäſsige (durch Selektion zweckmäſsig gewordene) Reflexthätigkeit ist, bei der von

Bewufstsein keine Rede sein kann. Nun fafst Groos freilich auch die Nachahmung als einen Instinkt auf, und es scheint danach fast, als ob er eine gewisse Nachahmung beim Spiel noch keineswegs für genügend hielte, dieses über die Stufe einer instinktiven Handlung zu erheben. Andererseits ist es zweifellos, dafs, je mehr sich das Individuum entwickelt, oder je mehr es sich um höher entwickelte Tierarten handelt, um so mehr die Nachahmung beim Spiel eine Bedeutung erlangt. Jedenfalls aber gilt es, den scheinbaren Widerspruch zu beseitigen, dafs der Hauptreiz des Spieles auf der bewufsten Selbsttäuschung beruhen und der Spieltrieb doch gleichzeitig ein Instinkt, also eine vom Bewufstsein vollkommen losgelöste Reflexthätigkeit, sein soll. Dieser Widerspruch wird am besten durch die Annahme beseitigt, dafs zwar die primitiven Formen des Spiels, vor allen Dingen also die einfacheren Bewegungs- und Sinnesspiele, dann aber auch die Anfänge der Nachahmung, auf den Instinkt zurückzuführen sind, dafs aber die komplizierteren Formen der Nachahmung und vor allen Dingen die bewufste Selbsttäuschung sich erst infolge der individuellen Erfahrung und höheren Intelligenz des Tieres entwickeln. Ein Kätzchen, das in seinen ersten Lebenstagen die Beine reckt und allerlei Bewegungsspiele ausführt, handelt offenbar genau so instinktiv wie ein neugeborenes Kind, das, ehe es noch einmal sehen kann, an der Brust der Mutter saugt. In beiden Fällen kann von Nachahmung keine Rede sein. Diese tritt vielmehr erst bei der weiteren Entwickelung ein, oder besser gesagt, sie wird erst im Laufe der weiteren Entwickelung auf das Spiel angewendet, nachdem sie vorher schon als instinktives Mittel im Kampf ums Dasein, als wichtige Schutz- und Trutzmafsregel eine Rolle gespielt hat. Jedenfalls ist aber die Grenze, wo beim Spiel der Instinkt aufhört und die bewufste Nachahmung oder Selbsttäuschung anfängt, empirisch nicht scharf zu ziehen.

Endlich weist Groos auch die von Schiller angebahnte und von Spencer weitergebildete Theorie zurück, dafs das Spiel nur aus einem Kraftüberschufs, aus einer nach Entladung drängenden überschüssigen Muskel- und Nervenkraft zu erklären sei. Den Gegenbeweis findet er in der bekannten Thatsache, dafs Hunde nicht nur dann spielen, wenn sie sich vorher ausgeruht haben, sondern auch dann, wenn sie scheinbar voll-

ständig ermattet sind, ebenso wie sich ja auch der Mensch meistens erst nach des Tages Last und Mühe dem Kunstgenufs hingiebt. Das Spiel dient in diesem Falle geradezu als Mittel der Neubelebung, der Reintegration der Kräfte. Auch die von STEINTHAL und LAZARUS begründete Theorie der Erholung, die zu der vorigen nicht gerdezu in einem Gegensatz steht, erklärt das Phänomen nicht, sondern man kann bestenfalls nur sagen: Kräfteüberschufs und Erholungsbedürfnis können zwar für die Energie, mit der das Spiels betrieben wird, von Bedeutung sein, sind aber nicht als die eigentlichen Ursachen desselben zu betrachten.

Und hiermit kommen wir nun zum dritten Teil der Arbeit, nämlich zur Erörterung der entwickelungsgeschichtlichen Bedeutung des Spiels. Wie ist das Spiel überhaupt, vom Standpunkt der Entwickelungsgeschichte aus, entstanden? Welche Bedeutung hat es für die Erhaltung und Entwickelung der Arten?

Um diese Fragen zu entscheiden, gilt es natürlich, Stellung zu nehmen zu den Problemen der LAMARCK-DARWINschen Entwickelungslehre und zu ihrer Modifikation und Weiterbildung durch den Neodarwinismus. In dieser Beziehung nimmt nun der Verfasser einen, wie mir scheint, für den Philosophen gegenwärtig ziemlich einwandfreien Standpunkt ein: Er legt seiner Erörterung nur die Hypothese von der natürlichen Auslese zu Grunde, die ja heutzutage von allen Zoologen, auch von denjenigen angenommen wird, die daneben noch bestimmte Einflüsse des Klimas, der Ernährung u. s. w. als eigentliche Ursachen der Artveränderung gelten lassen wollen. Dagegen scheidet er die streitige und von vielen geradezu verworfene Hypothese von der geschlechtlichen Auslese oder, was damit zusammenhängt, der Vererbung erworbener Eigenschaften aus der Betrachtung aus, oder möchte sie wenigstens nur in stark modifizierter Weise gelten lassen.

Die Erhaltung und Weiterbildung der Arten würde danach also nicht durch die Auswahl des passendsten Männchens seitens des Weibchens bei der Begattung und dem entsprechend durch die Vererbung erworbener Eigenschaften von Generation auf Generation, sondern — abgesehen von etwaigen sonstigen Einflüssen — durch den sozusagen mechanischen Akt der natürlichen Auslese, d. h. durch den Untergang der Untauglichen

und das Überleben der Tauglichen garantiert werden. Auf dieser Grundlage baut sich nun eine Theorie auf, die den Stempel hoher Glaubwürdigkeit an sich hat, und in der ich den Kern und das Hauptverdienst des Groosschen Buches erkenne.

Alle echten Spiele sind zuerst Jugendspiele. Selbst die Liebesspiele, für die man die vorherige Ausbildung des Geschlechtstriebes voraussetzen sollte, treten schon im unreifen Alter auf. Das ist für die Beurteilung der ganzen Frage von entscheidender Bedeutung. „Die Jugenspiele beruhen darauf, dafs gewisse für die Erhaltung der Art besonders wichtige Instinkte schon zu einer Zeit auftreten, wo das Tier ihrer noch nicht ernstlich bedarf. Sie sind im Gegensatz zu der späteren ernsten Ausübung eine Vorübung und Einübung der betreffenden Instinkte. Dieses verfrühte Auftreten ist von aufserordentlichem Nutzen und verweist uns daher auf das Prinzip der natürlichen Auslese. Da nämlich die ererbten Instinkte auf diese Weise noch nachträglich durch individuelle Erfahrung ausgefeilt werden können, brauchen sie selbst nicht mehr so fein durchgearbeitet zu sein, und der Selektion wird damit die Möglichkeit gegeben, die blinde Macht der Instinkte abzuschwächen und zum Ersatz dafür die selbständige Intelligenzentwickelung immer mehr zu begünstigen. In dem Moment, wo die Intelligenzentwickelung hoch genug steht, um im Kampf ums Dasein nützlicher zu sein als vollkommene Instinkte, wird die natürliche Auslese solche Individuen begünstigen, bei denen jene Instinkte in weniger ausgearbeiteter Form, schon in der Jugend, ohne ernstlichen Anlafs, rein zum Zweck der Vorübung und Einübung in Thätigkeit treten — d. h. solche Tiere, die spielen. Ja, man wird schliefslich, um die biologische Bedeutung der Spiele in ihrer ganzen Gröfse zu würdigen, den Gedanken wagen dürfen: Vielleicht ist die Einrichtung der Jugendzeit selbst zum Teil um der Spiele willen getroffen. Die Tiere spielen nicht, weil sie jung sind, sondern sie haben eine Jugend, weil sie spielen müssen."

Wenn ich auch die Formulierung im einzelnen hie und da etwas anders gewünscht hätte, stimme ich doch im allgemeinen dem Verfasser vollkommen bei. Geht man von der Thatsache

aus, das die Tüchtigsten im Kampf ums Dasein überleben, und baut man darauf die Hypothese auf, daſs die im Kampf ums Dasein notwendigsten Eigenschaften sich durch die natürliche Auslese steigern müssen, so ist es klar, daſs sich im Verlauf der Entwickelung der Spieltrieb als wesentliches Kennzeichen der Jugend ausbilden muſs, weil diejenigen Tiere offenbar am meisten überleben werden, die in ihrer Jugend am meisten gespielt haben. Am klarsten ist dies ja bei den Bewegungsspielen. Ein Raubtier, das in seiner Jugend viel im Spiel gesprungen ist, wird natürlich auch später, wenn es sich seine Beute erobern muſs, dazu besonders tauglich sein. Und indem nun solche Individuen am meisten überleben, wird im Laufe der Generationen das instinktive Bewegungsspiel in der Jugend natürlich immer mehr gesteigert.

Und genau dasselbe ist auch mit den Illusionsspielen der Fall. So wie ein Mädchen, das in seiner Jugend viel mit Puppen gespielt hat, später als Mutter ganz besonders kinderlieb ist, so wird auch ein junger Hund, der in seinen ersten Monaten viel Jagdspiele gespielt hat, später ein besonders guter Jagdhund werden. Die Kinder jener Mutter werden auch wieder kinderlieb und die Jungen dieses Jagdhundes auch wieder gute Jagdhunde werden, weil ihnen der Pflegeinstinkt und der Jagdinstinkt in besonders hohem Maſse angeboren ist. Und da nun die natürliche Auslese diejenigen Individuen vernichtet oder weniger begünstigt, die für ihren Beruf als Mütter oder Jagdhunde weniger tauglich sind, steigert sie indirekt auch den Spieltrieb der Jugend.

Dadurch tritt nun auch die bewuſste Selbsttäuschung unter den Gesichtspunkt der natürlichen Auslese. Es ist eine Thatsache, daſs die höher entwickelten Individuen, bei denen die Intelligenz schon bis zu einem gewissen Grade ausgebildet ist, den Kampf ums Dasein auch ohne angeborene Instinkte oder besser gesagt trotz einer gewissen Zurückdrängung der angeborenen Instinkte bestehen können. Je höher sich die Intelligenz ausbildet, um so mehr können die Instinkte entbehrt werden, also — wenn es sonstwie von Nutzen für die Art ist — absterben. Ja, sie werden sogar im Interesse der höheren Intelligenzentwickelung absterben müssen, damit sie durch ihr Zurücktreten gewissermaſsen das Feld für die Entwickelung der Intelligenz freimachen. Mit

anderen Worten: die ererbten Bahnen des Gehirns werden zu Gunsten der erworbenen Bahnen entlastet.

Einen wichtigen Schritt in dieser Richtung macht das Tier beim Übergang vom Bewegungsspiel zum Illusionsspiel. War seine Bewegung anfangs durch den blofsen Instinkt diktiert, so wird sie jetzt gefördert durch die Nachahmung bestimmter Ernsthandlungen und die bewufste Illusion. Die Vorstellung, dafs das Garnknäuel eine Maus, das Stück Holz ein Beutetier sei, weckt bei der Katze und beim Hund den räuberischen Instinkt, steigert die Lebhaftigkeit ihrer Bewegungen, verlängert das Spiel und bewirkt dadurch, dafs das letztere einen möglichst hohen Nutzen für das spätere Leben erhält. Denn durch das Spiel übt sich das Tier auf den Kampf ums Dasein ein. Da der Instinkt natürlich mit der Steigerung der Intelligenz schwächer wird, so mufs die bewufste Selbsttäuschung jetzt geradezu die Gewalt des Instinktes ersetzen. Fiele sie hinweg, so würde auch die Bewegung nicht so lange anhalten und nicht so intensiv sein, mit einem Wort, das Tier würde eben nicht oder wenigstens bei weitem nicht so viel und lebhaft spielen. Der Lustwert der bewufsten Selbsttäuschung ist also geradezu die Ursache der längeren Fortsetzung des Spiels.

Ebenso beim spielenden Kampf zweier Hunde. Man wundert sich immer darüber, dafs dieselben sich trotz aller Wut, mit der sie aufeinander losfahren, doch niemals beifsen. Der Grund dafür ist sehr einfach: Sie *wollen* spielen und können das nur unter Voraussetzung der bewufsten Selbsttäuschung. Sie wissen aus Erfahrung ganz genau: Sobald der erste wirkliche Bifs erfolgt, hört das Spiel als solches auf. Das Bewufstsein der Selbsttäuschung ist also für sie ein Mittel der Aufrechterhaltung des Spieles, also die Ursache einer intensiveren und wirksameren Vorübung der Kraft. Offenbar braucht der Spielinstinkt auf den höheren Stufen der Intelligenzentwickelung einen solchen Stimulus, einen psychischen Stachel, wenn er sich in intensiver und arterhaltender Weise bethätigen soll. *Dadurch aber erhält die bewufste Selbsttäuschung eine geradezu ungeheure Bedeutung im Kampf ums Dasein.* Sie ist einer der ersten Schritte zur Entwickelung der Intelligenz, die Bedingung für eine ausreichende Vorbereitung auf die ernsthaften Aufgaben des Lebens, einer der wesentlichsten Faktoren für die Erhaltung und Entwickelung der Arten.

Denn wenn es vorher schon klar war, dafs diejenigen Individuen im Kampf ums Dasein am meisten überleben und sich fortpflanzen, die in ihrer Jugend am meisten Bewegungsspiele gespielt haben, so ist es jetzt natürlich auch einleuchtend, dafs diejenigen Tiere bei der natürlichen Auslese den Vorteil haben, die bei sich steigernder Intelligenz am meisten fähig sind, Illusionsspiele zu spielen, d. h. die bewufste Selbsttäuschung in sich zu erzeugen. Also wird durch die natürliche Auslese die bewufste Selbsttäuschung, wenn auch nicht geradezu geschaffen, so doch fortgebildet, von Generation zu Generation gesteigert und verfeinert. Sie wird bei wachsender Intelligenz nicht nur zur Mutter des Spiels, sondern auch zur Mutter der Kunst.

Daher kommt es auch, dafs die höheren Lebewesen viel mehr spielen, d. h. eine längere Jugendzeit haben als die niederen. Sie brauchen eben mehr Zeit und Kraft zur Entwickelung der Intelligenz und zur Steigerung der bewufsten Selbsttäuschung, die sie im Kampf ums Dasein so nötig haben. Wenn Groos der Meinung ist, dafs die niederen Tiere wahrscheinlich kein Spiel kennen, so ist das natürlich nur eine relative Wahrheit, da sich die bewufste Selbsttäuschung im Laufe der Entwickelung durch die natürliche Auslese selbstverständlich immer mehr zurückschieben, d. h. schliefslich auch auf die niederen Organismen ausdehnen mufs.

Eine besondere Modifikation empfängt diese Lehre noch durch ihre Anwendung auf die Liebesspiele. Auch hier hat Groos einen, wie ich glaube, sehr überzeugenden und fruchtbaren Gedanken ausgesprochen. Da nämlich die möglichste Steigerung des Geschlechtstriebes offenbar im Interesse der Erhaltung der Art ist, mufs der Begattung ein längerer Erregungszustand vorausgehen. Dieser Aufschub wird wesentlich bewirkt durch die Sprödigkeit des Weibchens. Diese Sprödigkeit sucht das Männchen durch allerlei Bewerbungskünste, aufreizende Berührung, sonderbare Bewegungen, scharf artikulierte Laute u. dergl. zu überwinden, wobei es sich gleichzeitig selber in den Zustand der Erregung versetzt, der zur Begattung nötig ist. Aus diesem notwendigen Aufschub der Begattung gehen nun offenbar die Liebesspiele hervor. Denn wenn auch die Bewerbungserscheinungen selbst, wie wir oben gesehen haben, keine Liebesspiele sind, so haben wir doch die Liebesspiele als

unbewufste Vorübung zu ihnen aufzufassen. Ohne Zweifel wird dasjenige Männchen die Sprödigkeit des Weibchens am besten besiegen und dasjenige Weibchen das Männchen am meisten reizen, das in seiner Jugend am meisten Liebesspiele gespielt hat. In sofern wird also auch die geschlechtliche Auslese für die Steigerung des Spieltriebes eine gewisse Bedeutung haben können.

Nun gründet sich ja allerdings diese ganze Theorie auf die Thatsache, dafs die Spiele vorwiegend in der Jugend auftreten. Wie erklärt es sich aber, dafs auch erwachsene Tiere, die doch ihre Kräfte schon in Ernsthandlungen erprobt haben und fortwährend erproben können, trotzdem noch immer spielen? Ich möchte dafür zwei Gründe geltend machen, die mir in dem Buch von Groos zwar angedeutet, aber nicht ganz klar herausgearbeitet zu sein scheinen.

Erstens spielt das erwachsene Tier, weil die Ernsthandlungen ihm nicht zur Übung seiner Kräfte genügen. Bei Haustieren insbesondere, die ihre ganze Nahrung oder wenigstens einen Teil derselben ohne eigene Arbeit zugetragen bekommen, bleibt für die Übung des Raub- und Jagd-Instinkts nur das Spiel als Mittel übrig. Deshalb spielen sie auch thatsächlich von allen Tieren am meisten. Und auch im Leben wilder Tiere kommen lange Zeitabschnitte vor, wo sie weder auf die Nahrungssuche ausgehen, noch auch fressen oder schlafen. Da ist es denn wohl begreiflich, dafs sie die Spiele ihrer Jugend, blofs um sich in Übung zu erhalten, auch im Alter fortsetzen.

Zweitens aber wird man wohl annehmen müssen, dafs erwachsene Tiere sich durch Fortsetzung des Spiels auch in der reiferen Zeit fähig erhalten, den Spielinstinkt besonders stark auf ihre Nachkommen zu vererben. Dieser Gedanke wird besonders nahe gelegt durch die Thatsache, dafs der Spieltrieb sich bei erwachsenen Tieren besonders vor und während der Paarungszeit in sehr starker Weise äufsert. Und wenn es auch nach der Theorie Weismanns und seiner Anhänger, der sich Groos anschliefst, undenkbar erscheint, dafs sich Intelligenzhandlungen als Instinkt auf die Nachkommen vererben, so mufs doch betont werden, dafs es sich in diesem Falle streng genommen darum gar nicht handelt, sondern vielmehr um die Annahme, dafs der Instinkt selbst sich von Generation auf

Generation nur dann in entsprechender Stärke vererben kann, wenn er bei den Eltern durch Spiel lebendig erhalten und fortwährend bethätigt wird.

Es läfst sich im Augenblick noch gar nicht übersehen, in welchem Mafse diese ganze Theorie für die moderne Ästhetik wichtig werden kann. Ich habe in meiner Tübinger Antrittsvorlesung angedeutet, dafs ich aus der richtigen Anwendung und Durchführung des Prinzips der bewufsten Selbsttäuschung eine Reform der Ästhetik erhoffe, und habe im letzten Abschnitt jenes Vortrages und dem schon zitierten Artikel der *Aula* skizziert, in welcher Richtung ich mir diese Reform ungefähr denke. Vor allen Dingen wird die nächste Aufgabe sein, die Fäden aufzuweisen, die vom Spiel der Tiere zum Spiel der Kinder und von diesem zur Kunst der primitiven Völker und der erwachsenen Kulturmenschen hinüberführen. Das wird der Verfasser ohne Zweifel in dem von ihm vorbereiteten Buch über das Spiel der Kinder und in späteren Werken versuchen. Inzwischen möge er mir gestatten, die Gedanken, die er in seinen *„Spielen der Tiere"* niedergelegt hat, nach einigen Richtungen hin in meiner Weise weiterzudenken.

Es liegt zunächst klar auf der Hand, und der Verfasser hat das auch selbst ausgeführt, dafs jedes tierische Spiel seine Analogie in einem Kinderspiel und in einer Kunst hat. Nach meiner Auffassung würde sich die Sache etwa so darstellen. Den Bewegungsspielen der Tiere und Kinder entspricht beim erwachsenen Menschen vor allem der Tanz. Das Gefühl für den Rhythmus, dem der Tanz sein Dasein verdankt, ist bei Kindern und primitiven Völkern ganz besonders stark entwickelt. Und da ist es nun sehr wichtig, dafs er sich in seinen ersten Keimen schon beim Tiere nachweisen läfst. Wie beim Menschen dürfen wir auch beim Tiere in der Bewegung der Beine (und Flügel), der Blutzirkulation und dem Pulsschlag die physiologischen Grundlagen des Rhythmus erkennen. Aufserdem finden wir aber auch schon bei Tieren gewisse rhythmische Bewegungen, die einen spielenden Charakter haben. Dahin gehören die gleichmäfsigen und lebhaften Bewegungen gefangener Tiere in ihren Käfigen — die übrigens auch in der Freiheit oft ähnlich ausgeführt werden — dahin gehören die tanzartigen Bewegungen vieler Vögel, die bei einigen Arten

sogar die Form richtiger Tänze annehmen, wobei die einzelnen Männchen sich nach einander inmitten einer gröſseren Korona produzieren.

Aus den akustischen Sinnesspielen der Tiere und Kinder entwickelt sich die Musik. Und zwar ist nicht nur die Vokal-, sondern auch die Instrumentalmusik in ihnen schon im Keime enthalten. Für die Vokalmusik ist der Gesang der Vögel und das tonleiterartige Geschrei gewisser Affenarten ein altes schon von Darwin und Spencer verwertetes Beispiel. Und wenn man auch bei der zweifelhaften Natur der sexuellen Auslese nicht annehmen darf, daſs die Fähigkeit des Gesanges sich durch die Bevorzugung des besseren Sängers von seiten des Weibchens entwickelt oder im Laufe der Generationen gesteigert hat, so darf man Groos doch gewiſs beistimmen, wenn er vermutet, daſs z. B. die lauteren und artikulierteren Tongruppen der Vögel als Erkennungszeichen eine gewisse Rolle bei der Paarung spielen und dementsprechend auch durch die natürliche Auslese gesteigert und verfeinert werden. Für die Instrumentalmusik liegen aber die Keime in Erscheinungen wie den geigenartigen Vorrichtungen auf den Flügeldecken der Grillen, deren sich diese Tiere bei der Ausführung ihres bekannten Geräusches bedienen, und die Tierwelt zeigt uns auch schon den weiteren Schritt in der Entwickelung, daſs diese Instrumente vom Körper losgelöst, gewissermaſsen objektiviert werden, nämlich beim Klopfen des Spechtes an die Baumrinde (soweit es spielend geschieht), beim Schlagen der Affen an tönende Gegenstände u. dgl.

Zu den Sinnesspielen möchte ich ferner noch die bekannte Freude der Elstern und Ratten an bunten und glänzenden Gegenständen rechnen, die sie sorgsam zusammentragen und um den Eingang ihrer Wohnungen gruppieren. Ohne Zweifel haben wir hier die Vorstufe des so stark entwickelten Schmuckbedürfnisses der Wilden zu erkennen, das besonders in der Form der Tätowierung und Narbenzeichnung auftritt und unmittelbar zu den schmückenden Künsten, zu Ornamentik und Kunstgewerbe hinüberführt.

Über die Analogie der Bauspiele mit der Baukunst brauche ich natürlich kein Wort zu verlieren.

Das, was ich bei den Tieren als Illusionsspiele bezeichnet habe, findet ferner in den dramatischen Spielen der Kinder und in der Schauspielkunst und dramatischen Poesie der Erwachsenen

seine Fortsetzung. Wenn wir als gemeinsames Kennzeichen aller dieser Spiele das „Thun als ob“ bezeichnen können, so ist es klar, dafs Jagd- und Kampfspiele, Liebesspiele, Pflegespiele und Nachahmungsspiele für das Tier sowohl wie für das Kind dieselbe psychische Bedeutung haben müssen, wie schauspielerische Aufführungen für die Erwachsenen. Und wenn ich in meiner *Künstlerischen Erziehung* bei den dramatischen Spielen der Kinder als besonders charakteristisch den Umstand bezeichnet hatte, dafs das Kind meistens noch Schauspieler und Publikum in einer Person ist, so können wir jetzt dieselbe Beobachtung auch bei den Tieren machen. Die Differenzierung des Schauspielers vom Publikum finden wir zuerst — abgesehen von gewissen Kinderspielen, die durch Nachahmung entstanden sind — bei den primitiven Völkern, die schon dramatische Aufführungen mit besonderen Zuschauern kennen. Ob vielleicht auch schon einige Aufführungsspiele der Tiere, z. B. die Ringkämpfe der Ameisen oder die oben erwähnten Gesellschaftstänze gewisser Vögel, als dramatische Spiele zu bezeichnen sind, wird sich wohl nicht entscheiden lassen, wie ja auch bei den primitiven Völkern die Grenze zwischen Tanz und Schauspielkunst nicht immer genau zu ziehen ist.

Bei den Illusionskünsten zeigt sich nun der Hauptfortschritt des Menschen über das Tier darin, dafs den Tieren, abgesehen von der Poesie, noch Malerei und Plastik fehlen, die bei den Kindern und Primitiven schon bis zu einem gewissen Grade ausgebildet sind. Wenn man einem Affen eine kleine plastische Nachbildung eines Affen vorhält, so zeigt er, wie Groos beobachtet hat, nur Neugier und Furcht, keine Freude, und wenn sich die bekannten Vögel des Zeuxis durch seine gemalten Trauben täuschen liefsen oder Schwalben sich, wie Leonardo da Vinci erzählt, auf die gemalten Eisengitter eines blinden Fensters niedersetzen wollten oder Hunde einen gemalten Hund anbellten, so ist das — abgesehen von der Frage nach der Glaubwürdigkeit dieser Nachrichten — nur eine Bestätigung der bekannten Thatsache, dafs die Tiere die Malerei als Spiel nicht kennen, also das Gefühl der bewufsten Selbsttäuschung auf die Betrachtung von Bildern nicht anzuwenden wissen.

Wollte man nun danach eine Rangabstufung der Künste vornehmen, so könnte man das nur in der Weise thun, dafs man die aus den rein instinktiven Spielen der Tiere hervor-

gegangenen Künste, also den Tanz, die Musik, die Architektur und die Ornamentik, am tiefsten, die erst vom Menschen ausgebildeten, d. h. Malerei, Plastik und Poesie, am höchsten stellte. Man müfste dabei aber natürlich die Einschränkung machen, dafs auch die zuerst genannten Künste über ihre primitive Stufe erhoben werden können und im späteren Verlaufe der Entwickelung thatsächlich erhoben worden sind. Und wenn wir fragen, wodurch das geschehen ist, so können wir auch hier wieder nur sagen: Durch die bewufste Selbsttäuschung, d. h. dadurch, dafs der Mensch sie in der Form der bewufsten Selbsttäuschung ausbildete. Und er that das, indem er lernte, durch Darstellung von Formen oder Vortrag und Produktion Anderen, auch ohne dafs diese sich selbst bewegten und Töne von sich gaben, rein durch das Mittel der sinnlichen Wahrnehmung gewisse Bewegungsillusionen und gewisse Scheinstimmungen mitzuteilen, die ihnen einen Genufs bereiteten.

Bei dieser Gelegenheit wird es endlich auch am Platze sein, die Frage nach der Einteilung der Künste auf Grund der gewonnenen Resultate von neuem aufzunehmen. Das thut auch der Verfasser im letzten Abschnitt seines Buches. Er unterscheidet drei Prinzipien, die im Spiel und in der Kunst ihren Ausdruck finden sollen, das Prinzip der Selbstdarstellung, der Nachahmung und der Ausschmückung. Zur Selbstdarstellung rechnet er beim Tier die Bewerbungskünste, beim Menschen den Erregungstanz, die Musik und die Lyrik, zur Nachahmung beim Tier die Nachahmungskünste, beim Menschen den Nachahmungstanz, die Mimik, Plastik, Malerei, Epik und das Drama, zur Ausschmückung die Baukünste der Tiere und das Kunstgewerbe (besser vielleicht die Ornamentik) und die Architektur (nebst Gartenkunst) des Menschen. Diese Einteilung hat nun aber zunächst das Bedenkliche, dafs dabei die Ausschmückung des menschlichen Körpers, wie wir sie in so ausgesprochener Weise bei den primitiven Völkern finden, nicht angemessen untergebracht wird. Denn diese Ausschmückung, die doch ohne Zweifel die älteste menschliche Kunst ist und sich unmittelbar aus dem Zeigen des Schmucks seitens der Tiere bei Gelegenheit der Bewerbung entwickelt, ist doch sicherlich sowohl Selbstdarstellung wie Ausschmückung.

Ferner scheint es mir bedenklich, den Tanz in zwei Teile zu teilen und den Erregungstanz unter die Selbstdarstellung,

den Nachahmungstanz dagegen unter die Nachahmung einzureihen. Denn auch der letztere ist ja offenbar gleichzeitig Selbstdarstellung, wie man denn dasselbe auch von der Mimik sagen kann. Ich meine also, dafs sich der Begriff der Selbstdarstellung ebensowenig wie der der Bewerbung, des Instinkts oder der Nachahmung zum Einteilungsprinzip eignet, und möchte deshalb eine andere Einteilung vorschlagen:

1. Künste auf rein instinktiver Grundlage, die erst bei höherer Ausbildung der Intelligenz zu Stimmungskünsten und Künsten der Bewegungsillusion entwickelt werden:

a) beim Tier und Kind: die Bewegungs-, Bau- und Sinnesspiele;

b) beim erwachsenen Menschen: Tanz, Musik (Lyrik), Architektur und Ornamentik.

2. Künste auf Grundlage der bewufsten Selbsttäuschung oder Illusionskünste im engeren Sinne des Wortes:

a) beim Tier und Kind: die Illusions- und Nachahmungsspiele;

b) beim erwachsenen Menschen: Schauspielkunst, Drama, Epik, Plastik und Malerei.

Dabei ist allerdings festzuhalten, dafs auch Vermischungen von zwei Spielen resp. Künsten der beiden Hauptgattungen stattfinden können. Dazu gehört z. B. das Spiel des Kindes mit dem Baukasten, das gleichzeitig auf der reinen Freude an der Form und auf der Freude am Nachahmen wirklicher Bauten beruhen kann, die Ornamentik, die zum Teil Bewegungs- und Farbenkunst d. h. Sinnesspiel ist, zum Teil aber auch auf der Nachahmung der Natur beruht, u. s. w. Aber dadurch wird das Einteilungsprinzip als solches nicht in Frage gestellt.

Wichtiger aber als diese Systematik, die ja wie jede Systematik nur einen praktischen, ich möchte sagen, pädagogischen Wert hat, ist eine Anzahl allgemeiner ästhetischer Resultate, die sich aus der nunmehr angebahnten Ästhetik auf entwickelungsgeschichtlicher Grundlage ergeben werden. Vor allen Dingen werden die Fragen nach der Bedeutung der Kunst im menschlichen Leben, nach ihrem sozialen Charakter, ihrer Beziehung zu den ernsten Lebensaufgaben des Menschen eine ganz andere und weit tiefere Beantwortung als bisher finden.

Ebenso wie das Spiel wird auch die Kunst künftig selbst

dem nüchternsten Betrachter als ein mächtiger Faktor im Kampf ums Dasein erscheinen. Denn wie noch das erwachsene Tier des Spieles bedarf, so bedarf auch der erwachsene Mensch der Kunst. Ist doch die Kunst nichts Anderes, als ein verfeinertes, wenn ich so sagen soll, durchgeistigtes Spiel. Der Kunsttrieb ist der durch die Intelligenz unter Hinzutritt der natürlichen Auslese ausgearbeitete, verfeinerte und vermannigfaltigte Spielinstinkt. Und deshalb braucht auch der Erwachsene die Kunst zu denselben Zwecken, zu denen das erwachsene Tier des Spieles bedarf. Das ist so zu verstehen. Die Ernsthandlungen des Menschen haben stets einen mehr oder weniger einseitigen Charakter. Sein Leben besteht, wie das Schiller in seinen *Briefen über die ästhetische Erziehung des Menschen* ganz richtig ausgeführt hat, aus einem fortwährenden Wechsel zwischen Arbeit und sinnlichem Genufs. Und zwar werden bei der Berufsarbeit in der Regel nur einige wenige Kräfte des menschlichen Geistes, diese aber in einseitiger Weise, in Anspruch genommen. Zahllose Gefühle, die in der Natur des Menschen liegen, hat er niemals Gelegenheit, zu erproben. Es ist klar, was das für einen verhängnisvollen Einflufs auf die ganze Gattung haben würde — wenn uns nicht durch die Kunst ein Mittel gegeben wäre, diesen Mangel auszugleichen. Ein Beispiel mag das erläutern.

Es giebt Zeiten — ich meine damit besonders lange Friedenszeiten und solche, wo das politische und soziale Leben stagniert — in denen ein normaler Mensch oft Jahrzehnte lang keine Gelegenheit hat, gewisse Gefühle, die für die Erhaltung der Gattung nötig sind, z. B. Mut, Vaterlandsliebe, Aufopferungsfähigkeit, Ehrgeiz, Todesverachtung, Nächstenliebe, praktisch zu bethätigen. In vielen Fällen machen spezielle Verhältnisse selbst die Bethätigung des Geschlechtstriebes und der Kindesliebe dauernd oder auf lange Zeiten unmöglich. Hier bietet nun die Kunst eine Art Ersatz für das, was das Leben versagt hat. Der populäre Sprachgebrauch sagt: Man braucht die Kunst, um sich zu erholen, arbeitsfähig zu bleiben, nicht einseitig zu werden und zu verknöchern. Das ist ja ganz richtig, aber das sind doch nur egoistische Gründe, die vom höheren philosophischen Standpunkte aus wenig besagen wollen. Was nützt es der Menschheit, ob ein einzelnes Individuum Freude an der Kunst hat oder nicht? Die Frage ist

vielmehr vom entwickelungsgeschichtlichen Standpunkt aufzufassen. Der Mensch bedarf der Kunst, um den Spielinstinkt in sich lebendig zu erhalten, der seinen Nachkommen, denen er ihn vererbt, im Kampfe ums Dasein unentbehrlich ist. Er mufs die Einseitigkeit seiner eigenen Ernstbeschäftigung durch die künstliche d. h. spielende Erzeugung von Scheingefühlen in sich zu ergänzen suchen, denn nur dadurch wird er fähig, Nachkommen zu erzeugen, die auch nach einer anderen Richtung hin als er selbst produktive Gaben besitzen und eine produktive Thätigkeit entfalten können. Und nur, indem er solche Nachkommen erzeugt, trägt er zur Erhaltung und Entwickelung der Gattung bei.

Daher kommt es auch, dafs die Epochen der künstlerischen Blüte häufig nicht mit den Epochen des kriegerischen Ruhmes oder der politischen Macht zusammenfallen. Unsere klassische Dichterperiode fiel in eine Zeit der politischen Erniedrigung und des stagnierenden sozialen Lebens. Aber gerade sie ist es gewesen, die den Aufschwung der Befreiungskriege vorbereitet hat. Die Gefühle von Mut und Ehre, von Hafs und Liebe, von Freiheit und Todesverachtung, die ein SCHILLER in die Herzen der Menschen senkte, haben sich in der Zeit, wo sie keine praktische Bethätigung finden konnten, durch Kunstgenufs erhalten und weitergebildet, bis sie dann, als die Not des Vaterlandes die Volksgenossen zur That rief, in glanzvoller Weise hervorbrachen und zum Siege führten.

Das ist die Wahrheit des Satzes von der Verbindung der Kunst mit dem Leben, nicht die Lehre, dafs die Kunst in idealen Höhen über der Wirklichkeit schwebe und mit dem Leben nichts zu thun habe, und auch nicht die Lehre, dafs sie immer nur grade die Gefühle, die der Ernst des Lebens eben in uns erregt, reproduzieren müsse. Das ist, wenn man will, der Idealismus, das ist auch gleichzeitig der Realismus der Kunst.

Hiermit ist nun auch die einzige Form gegeben, in der man eine Tendenz in der Kunst für möglich und berechtigt halten kann. Wie das Spiel ohne direkten Zweck, so ist auch die wahre Kunst ohne unmittelbare Tendenz. Die Kunst um der Kunst willen soll für den Erwachsenen ebenso das Ideal sein, wie das Spiel um des Spieles willen das Ideal des Kindes. Aber so wie das Spiel im höheren entwickelungsgeschichtlichen Sinne doch einen

gewissen Zweck hat, nämlich die Ausbildung des Körpers und die Vorübung der später notwendigen Kräfte, so hat auch die Kunst in demselben Sinne einen Zweck, nämlich die Erhaltung und Verbesserung der Gattung durch Verstärkung, Vertiefung und Vermannigfaltigung derjenigen Gefühle, die der Mensch im Kampf ums Dasein braucht, aber in der Einseitigkeit des Lebens nicht immer entwickeln kann. Und derjenige ist der wahrhaft grofse Dichter und Künstler, der gerade für seine Zeit vermöge seiner Intuition diejenigen Gefühle herauszugreifen versteht, die infolge der herrschenden politischen, sozialen und sonstigen Verhältnisse einer Bethätigung im Spiele vor allem bedürfen. Diese Gefühle soll er pflegen, das ist sein eigentlicher Beruf, das ist es, warum wir ihn einen Propheten, einen Seher nennen.

Auf diesem Wege allein kann man auch, wie ich meine, zu einer metaphysischen Weiterbildung der ästhetischen Probleme gelangen, indem man nämlich die Kunst eingliedert in die Fragen nach der Bestimmung des Menschengeschlechts, nach der Erhaltung und Verbesserung der Gattung Mensch. So wie die Ethik wissenschaftlich nur unter dem Gesichtspunkt der geistigen und körperlichen Verbesserung der menschlichen Rasse behandelt werden kann, so können auch in der Ästhetik normgebende Gesetze nur unter diesem Gesichtspunkt aufgestellt und begründet werden.

Es ist verlockend, diesen Gedanken auf die Kunst der Gegenwart anzuwenden, aber ich widerstehe der Versuchung und mache nur zum Schlufs noch darauf aufmerksam, dafs auch die rein ästhetischen Streitfragen der Gegenwart durch diese neue Auffassung der Ästhetik in eine Beleuchtung gerückt werden, die manchen bisher streitigen Punkt der Entscheidung näherführt. Dadurch, dafs die bewufste Selbsttäuschung nunmehr als ästhetisches Zentralprinzip definitiv erwiesen und „tief in den festen Grund der allgemeinen organischen Entwickelung verankert“ ist, erhalten wir auch eine sichere Grundlage für unsere Stellung in dem Kampf zwischen idealistischer und realistischer Ästhetik, der gegenwärtig die Gemüter so sehr erhitzt. Es bestätigt sich, dafs die Auffassung des ästhetischen Scheins als einer wirklichen Täuschung, die von PLATO an über GOETHE bis herab auf VOLKELT die ganze idealistische Ästhetik beherrscht hat, ein grofser Irrtum war, da ja die

Täuschung, die im Spiel und in der Kunst erregt wird, keine wirkliche, sondern eine bewufste oder, wie wir auch sagen können, spielende ist. Daraus geht aber unmittelbar hervor, dafs die sogenannten Idealisierungen im einzelnen Kunstwerk, inhaltliche sowohl wie formale, durchaus keine Bedingungen des Kunstgenusses und somit auch in keiner Weise notwendig sind. Andererseits zeigt sich aber auch, wie sehr die naturalistische Ästhetik am Ziel vorbeigeschossen hat, wenn sie die Kunst nur für eine andere Form der Natur hielt und die Tendenz, das unmittelbare Eingreifen in den Kampf des Lebens, für ihre eigentliche Aufgabe erklärte. Den Vertretern dieser Ansicht mufste es bisher natürlich ein Dorn im Auge sein, wenn man die Kunst als ein „Spiel" bezeichnete. Aber auch sie werden sich vielleicht jetzt überzeugt haben, dafs das, was wir unter Spiel verstehen, nicht etwas Leichtes und Tändelndes, eines ernsten Mannes Unwürdiges ist, sondern etwas so Ernsthaftes und Grofses, wie es nur irgend im Leben gedacht werden kann. Man hat früher wohl gesagt: das Spiel (und die Kunst) ist Nachahmung des Lebens, ein Kind des Lebens. Jetzt kann man den Satz umdrehen und mit demselben, ja mit gröfserem Rechte sagen: das Leben ist eine Nachahmung, ein Kind des Spieles und der Kunst. Gewifs ist das Leben nicht, wie manche wollen, des Spieles wegen da, sondern um der ernsten Thätigkeit und ihrer höheren Ziele willen. Aber diese ist nun einmal, wie wir gesehen haben, unmöglich ohne Spiel, und von der Art des Spiels hängt es zum grofsen Teil ab, ob die Ernsthandlungen des Lebens von Erfolg begleitet sein werden oder nicht. Das hat auch SCHILLER sehr wohl gewufst, als er das tiefe Wort aussprach: „Ernst ist das Leben, heiter ist die Kunst", ein Wort, das nur von oberflächlichen Beurteilern in dem Sinne aufgefafst werden kann, als ob SCHILLER damit der Kunst jeden ernsten Zweck abgesprochen hätte. Und wenn man nach alle dem die Aufgabe der Kunst im höheren entwickelungsgeschichtlichen Sinne formulieren soll, so kann man nur sagen: „Kunst ist die Fähigkeit des Menschen, sich selbst und Anderen auf dem Boden der bewufsten Selbsttäuschung einen Genufs zu bereiten, der durch die Erweiterung und Vertiefung der menschlichen Anschauungen und Gefühle, die er bewirkt, zur Erhaltung und Verbesserung der Gattung beiträgt."

Demonstration des Scheinerschen Versuches nebst Betrachtungen über das Zustandekommen von Raumvorstellungen.

Von

Dr. Heine,
I. Assistenten der Augenklinik,
früherem Assistenten des Physiol. Instituts zu Marburg.

(Mit 7 Figuren im Text.)

Betrachtet man eine Nadelspitze mit einem Auge durch ein Kartenblatt mit zwei möglichst kleinen Löchern, deren Distanz die Weite der Pupille nicht übertrifft, so sieht man im Falle, dafs das Auge gerade auf die Nadel eingestellt ist, diese einfach, in jedem anderen Falle doppelt.

Um nach diesem Prinzip Refraktion und Akkommodation eines Auges zu bestimmen, hat man vorgeschlagen, an den unteren Rand der Orbita einen Streifen Papier anzulehnen, welcher horizontal nach vorn irgendwie festgehalten wird. Trägt dieses Papier in der Mitte einen sagittal zum Auge verlaufenden schwarzen Strich, so erscheint dieser Strich dem emmetropischen Auge, durch ein doppelt durchlochtes Kartenblatt gesehen, seiner ganzen Länge nach doppelt, falls sich das Auge in der Ruhelage befindet. Macht das Auge jetzt eine maximale Akkommodationsanstrengung, so müssen die zwei Linien (die Akkommodationsbreite zu 10 Dioptrien angenommen) in einer Entfernung von 10 cm vor dem Auge zusammenlaufen. Hat man vor das Auge eine Konvexlinse von 10 D gesetzt, so mufs der Schnittpunkt beider Linien ceteris paribus 5 cm vor dem Auge liegen.

Liegt er bei einem 20jährigen Manne, dessen Akkommodationsbreite bekanntlich annähernd genau 10 D beträgt, diesseits der 5 cm-Marke, so ist Myopie, liegt er jenseits, so ist

Hypermetropie vorhanden, falls eine Parese des Akkommodationsmuskels ausgeschlossen ist.

Diesen Versuch kann man in folgender Weise objektivieren. Wie Fig. 1 schematisch zeigt, stellt man im verdunkelten Auditorium die elektrische Lampe am besten mitten zwischen den Zuhörern auf und befestigt vor dieser eine matt geschliffene Glasplatte von ca. 5 cm Durchmesser (*G*). Diese steckt in einem runden Rahmen und wird grell beleuchtet. Vor dieser wird eine Nadel (*N*) oder ein Draht so ausgespannt, dafs er senkrecht gestellt ist. Dieser Draht mufs sich um seinen Mittelpunkt so drehen lassen, dafs sein oberes Ende der matten Glasscheibe, sein unteres dem Bildschirm genähert werden kann. Vor diesem Draht befindet sich eine gut achromatische und aplanatische Loupe [Steinheil, München] von ca. 10 *D*, *O* i. d. Figur 1. Steht der Draht senkrecht, so entwirft die Loupe auf dem Schirm *S* das daneben gezeichnete Bild; wird nun der Draht in der oben angegebenen Weise geneigt, so erscheint Bild 2. Der Stab erscheint nur in der Mitte scharf, oben und unten verwaschen. Es stellt also *S* die Retina vor, *O* die brechenden Medien des auf *N* eingestellten Auges. Bringt man zwischen *O* und *N* nun einen Schirm mit

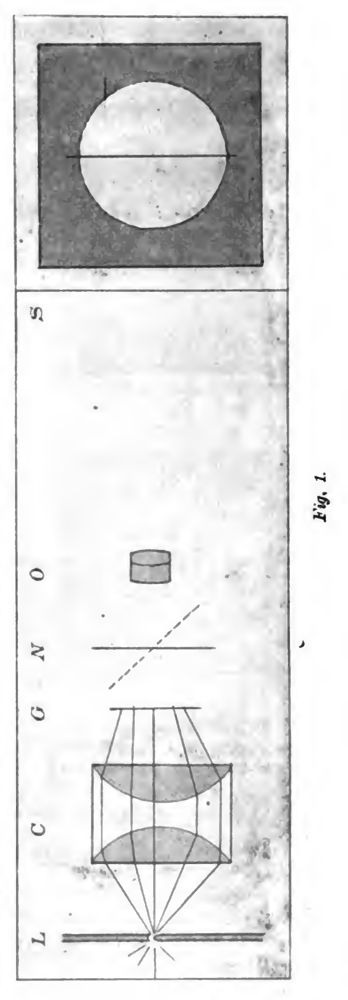


Fig. 1.

einem Loch von ca. $^1/_2$ cm Durchmesser, so wird das Bild des Drahtes auf eine etwas gröfsere Strecke wieder hergestellt. Man kann so die Wirkung der stenopäischen Brille veranschaulichen. Nimmt man aber einen Schirm mit zwei solchen horizontal nebeneinander gelegenen Löchern, welche 1—2 cm

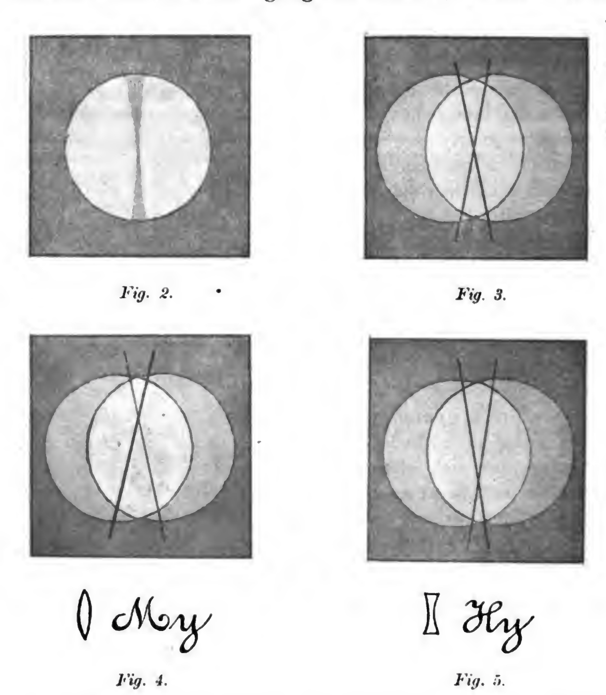


Fig. 2. *Fig. 3.*

Fig. 4. *Fig. 5.*

von einander entfernt sind, so erscheint auf dem Schirm Bild 3.

Bringt man nun zwischen *O* und *N* eine schwache Konvexlinse an, so versinnbildlicht dieses eine Akkommodationsanstrengung oder, da für die jetzt stärker brechenden Medien das Auge (*O* bis *S*) nun gewissermafsen zu lang gebaut ist, eine myopische Refraktion. Der Kreuzungspunkt der Linien

mufs demnach auf dem Schirm S (der Netzhaut) nach oben rücken, was beim Auge im Optometerversuch einem Näherheranrücken des Schnittpunktes entspricht (s. Fig. 4).

Ersetzt man nun die Konvexlinse zwischen O und N durch eine entsprechende Konkavlinse, so wird die Brechkraft des Systems vermindert (entsprechend einer hyperopischen Refraktion), der Schnittpunkt bei unveränderter Stellung des Stabes rückt nach unten (s. Fig. 5). Hypermetropie und Myopie sind in dieser Anwendung natürlich nur ganz relative Begriffe, indem ich die Ausgangsstellung als Emmetropie bezeichnet habe, gleichwie man auch im Optometer 10 D vor das Auge setzt und dann mit vollem Recht das Auge für emmetropisch erklärt, wenn sich bei Ruhestellung die Linien in einer Entfernung von 10 cm vor dem Auge kreuzen. Die Verhältnisse, wie sie sich im subjektiven Scheinerschen Versuch dem emmetropischen unbewaffneten Auge darstellen, würde man im vorliegenden Versuch erhalten, wenn man die Konkavlinse zwischen O und N so wählte, dafs zwei parallele Linien auf dem Schirm erschienen.

Einem vorgerückteren Publikum lassen sich im Anschlufs an diesen Versuch weitere Demonstrationen über identische und korrespondierende Netzhautpunkte und über manche Einzelheiten des binokularen Sehens vortragen.

Einen Versuch, der vielleicht einiges psychophysisches Interesse verdient, möchte ich mit obiger Versuchsanordnung erläutern: Hält man vor jedes Auge in einer Entfernung von 10—20 cm ein Streichholz vor einem schwarzen Hintergrunde senkrecht in die Luft und erschlafft die Akkomodation, wobei sich die Blicklinien mehr oder weniger parallel stellen, so erhält man, wenn die Distanz der Streichhölzer die der beiden Pupillen nicht übertrifft, in jedem Auge zwei [unscharfe] Bilder. Man kann leicht die zwei benachbarten (d. i. mittleren) davon zur Deckung bringen und die äufseren Bilder vorläufig ignorieren, so dafs man das doppelte Objekt scheinbar binokular einfach sieht. Die Schärfe des Bildes ist für den Versuch völlig hinreichend. Nähert man jetzt, wie in Fig. 6 gezeichnet ist, die unteren Enden der Hölzer einander, ohne dafs ihr Abstand vom Auge geändert wird, so kann anstatt des binokular einfach gesehenen Objektes jetzt ein Kreuz X gesehen werden, wie in Fig. 3, es kann aber auch bei nicht zu starker Neigung der Hölzer das Holz trotzdem noch einfach gesehen werden; man erhält dann aber stets einen

zwingenden stereoskopischen Eindruck derart, daſs das obere Ende von uns entfernt, das untere uns genähert erscheint. Rechts und links von dem stereoskopischen Einbilde sieht man je ein Holz entsprechend den nicht zur Deckung gebrachten äuſseren Bildern. Diese äuſseren Hölzer scheinen im Versuche eine der Neigung des mittleren Einbildes entgegengesetzte Bewegung auszuführen, d. h., wenn sich das obere Ende des mittleren Holzes von uns entfernt, nähern sich uns die oberen

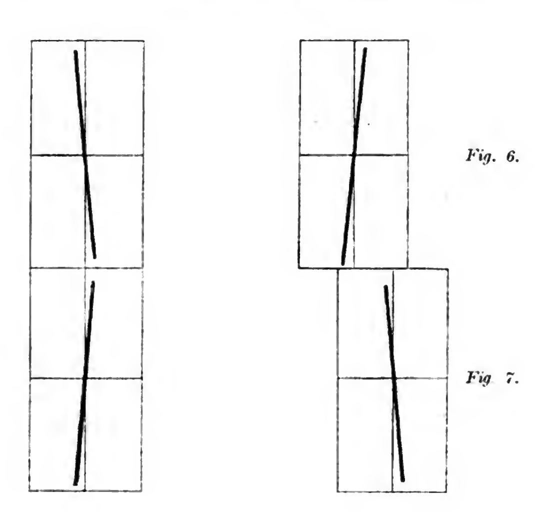


Fig. 6.

Fig 7.

Enden der Hölzer, welche wir rechts und links davon sehen. Ich erkläre mir dies so: Durch die Betrachtung des mittleren Holzes sind wir geneigt, alles, was sich vor uns befindet — entsprechend der scheinbaren Neigung des Holzes — in sagittale Ebenen zu verlegen. Projizieren wir das Bild des rechten Holzes aus seiner Frontalebene in die entsprechende Sagittalebene, so müssen wir dabei den Eindruck erhalten, als ob sich das obere Ende innerhalb dieser Sagittalebene uns etwas zugeneigt hätte. Ein Stab, der in einer frontalen Ebene oben etwas nach links geneigt ist, macht dem rechten Auge

denselben Eindruck wie ein Stab, welcher in einer sagittalen Ebene oben dem Auge etwas näher gelegen ist.

Folgt man der Lehre von Müller, Hering u. A., dafs nur mit anatomisch „identischen“ Netzhautpunkten binokular wirklich einfach gesehen wird, so mufs man zur Erklärung des Phänomens nun entweder eine Rotation beider Augen in einander entgegengesetztem Sinne annehmen, es mufs sich z. B. das linke Auge in Uhrzeigerrichtung, das rechte in Gegenzeigerrichtung drehen, oder aber das Einfachsehen ist nur ein scheinbares, ein wirkliches Einfachsehen findet überhaupt nicht statt.

Auch diesen oben geschilderten Versuch kann meine Versuchsanordnung bis zu einem gewissen Grade nachahmen. Freilich stellt der Raum zwischen Linse und Schirm nur ein Auge dar; wenn wir aber vor die Linse das Diaphragma mit den zwei Löchern einschalten, deren eines man mit rotem und deren anderes man mit grünem Glas verdecken kann, so können wir das eine als die rechte, das andere als die linke Pupille ansehen. Auf dem Schirm haben wir dann das kombinierte Netzhautbild. Befindet sich der Stab N in der durch die gestrichelte Linie angezeigten geneigten Lage, so haben wir auf dem Schirm Bild 3. Dieses Bild ist dasselbe, welches wir in dem subjektiven Versuch mit den zwei Streichhölzern zu sehen bekommen, falls keine stereoskopische Verschmelzung stattfindet.

Da nun eine Raddrehung zum Zwecke des binokularen Einfachsehens der Augen nicht stattfindet (siehe Seite 280), so zeigt die Figur auf dem Schirm, dafs die Bilder nicht auf identischen Netzhautpunkten entstehen können. Wie trotzdem scheinbar einfach, und zwar stereoskopisch gesehen wird, veranschaulicht die Stellung des Stabes vor der mattgeschliffenen Glasscheibe: es kann eine Reizung jener zwei nicht genau vertikalen Punktsysteme (je eines Systems in jedem Auge), welche mit den vertikalen identischen Punktsystemen spitze Winkel bilden (in einem Auge mit positivem, im anderen mit negativem Vorzeichen), einerseits durch ein gekreuztes Linienpaar, andererseits aber auch durch eine einzige Linie erzeugt werden, vorausgesetzt, dafs diese in der Medianebene geneigt ist.

Ein wirkliches „Einfach“sehen findet in dem subjektiven Versuch durchaus nicht statt. Davon kann man sich folgendermafsen überzeugen: Armiert man beide Augen mit Gläsern von + 10,0 D und betrachtet mit jedem Auge je

einen in 10 cm vor dem Auge des emmetropischen Untersuchers aufgespannten Faden, so genügt eine geringe Raddrehung der Fäden, um sie gekreuzt erscheinen zu lassen. Bespannt man z. B. zwei Plangläser diametral mit feinsten Spinnweb- oder Coconfäden, steckt man diese in ein Brillengestell, dessen Fassungen je durch ein seitlich angebrachtes Zahnrad beliebig schnell um die Blicklinien rotiert werden können, und betrachtet je einen senkrechten Faden mit je einem Auge (bei Akkommodationserschlaffung mit Hülfe von + 10 *D*), so treten bei genauester Einstellung und gespannter Aufmerksamkeit schon bei circa 10° Neigung jederseits Doppelbilder auf. Schon vorher wird die Linie oben und unten verwaschen, doch erst bei fast 10° Neigung beiderseits erhält man wirkliche Doppelbilder. Die zwingende stereoskopische Vorstellung geht dann verloren, sie kann jedoch durch Verminderung der Aufmerksamkeit bei gleicher Fadenstellung wieder hervorgerufen werden.

Dafs man eine Raddrehung nicht beobachten kann, und dafs eine Drehung der horizontalen Linien (Fig. 6 u. 7) beim Versuch mit der Zeichnung subjektiv nicht wahrzunehmen ist, läfst Wundt (*Physiologische Psychologie* II 195/6 und 222—234) die Annahme einer Rotation unhaltbar erscheinen. Er nimmt deshalb für beide Augen aufser den Doppelsystemen identischer Netzhautpunkte (anatomischer Deckpunkte) noch Doppelsysteme korrespondierender Netzhautpunkte (physiologischer Deckpunkte) an, mit welchen nur unter Umständen, je nach Übung und Erfahrung, einfach gesehen wird. Diese Wahrnehmungen sollen dann oft eine psychische Komponente, z. B. der Raumvorstellung und dergleichen haben.

Für das Zustandekommen von stereoskopischen Eindrücken Raddrehungen beider Bulbi in einander entgegengesetzter Richtung anzunehmen, scheint mir abgesehen von den oben schon angeführten Gründen auch aus folgendem unrichtig: rotiert man in dem soeben beschriebenen Versuch mit dem Brillengestell beide Fäden in entgegengesetzter Richtung gleichzeitig hin und her, so hat man den Eindruck eines einzigen in der Medianebene pendelnden Fadens. Diese Pendelbewegungen kann man nun so schnell machen — mehrere in einer Sekunde — dafs von einer Einstellung des Auges durch entsprechend schnellere Rotation schlechterdings nicht geredet werden kann.

Somit gehört zum stereoskopischen Sehen eine wirkliche Inkongruenz beider Netzhautbilder.

Hering (*Zur Lehre vom Ortssinn der Netzhaut.* Leipzig 1861. S. 64) sagt hierzu gelegentlich der Besprechung einer Arbeit

Meissners: „Sobald man sich bemüht, das stereoskopische Einfachsehen dadurch zu erklären, dafs man die wirkliche Inkongruenz beider Netzhautbilder durch hypothetische Umformungen der Netzhaut aufzuheben, oder sonstwie die Bilder für die Wahrnehmung wieder kongruent zu machen sucht, sobald verzichtet man auch auf eine ausreichende Erklärung des doppeläugigen stereoskopischen Sehens."

Das „Einfach"sehen mit „korrespondierenden" Netzhautpunkten ist also nur ein scheinbares.

Wie, so wird man nun fragen, kommt dieses Einfachsehen zu stande?

Hering sagt l. c. S. 333:

„Zwei Empfindungen werden selbstverständlich um so schwieriger unterschieden, je ähnlicher sie sind" .. um so leichter werden sie unterschieden, je unähnlicher sie sind ... „aber dies beruht nicht, wie Volkmann wollte, darauf, dafs die „Seele" etwa folgendermafsen kalkuliert: die Bilder sind so verschieden, folglich werden sie wohl nicht einem und demselben Gegenstande entsprechen, folglich sehe ich sie zweckmäfsiger doppelt, sondern es beruht auf dem ganz allgemein gültigen Erfahrungssatze, den man ebenso einen physiologischen als einen psychologischen nennen kann, dafs zwei Empfindungen um so schwerer zu sondern sind, je ähnlicher sie sind. Wenn man daher mit Volkmann „psychisch" erklären will, so mufs man nicht das „Verschmelzen" der Doppelbilder für einen Akt psychischer Arbeit halten, denn das Einfachsehen der Doppelbilder ist ein ganz primitiver Zustand, sondern man mufs das Doppeltsehen der Doppelbilder „psychisch" erklären; dieses lernt man allerdings erst durch Übung und Aufpassen."

Es liegt nicht in meiner Absicht, näher auf diese Seite der Sache einzugehen. Mir kam es darauf an, die physikalisch-physiologischen Vorgänge beim Zustandekommen von Raumvorstellungen zu veranschaulichen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Physiologischen Institut begonnen. Herr Prof. Kossel liefs mir bereitwilligst die nötigen Apparate in seiner mechanischen Werkstatt anfertigen. Herr Prof. Hess unterstützte mich bei der späteren Ausarbeitung freundlichst mit seinem Rat. Beiden Herren danke ich bestens für ihr Interesse.

Litteraturbericht.

Giuseppe Mantovani. **Psicologia fisiologica.** Con 16 incisioni. Milano, *Ulrico Hoepli.* 1896. 165 S.

Das vorliegende kleine Handbuch (*Manuali Hoepli*) ist ein neues erfreuliches Zeichen des Interesses, das die italienische Wissenschaft an der Verbreitung der modernen Psychologie in Italien nimmt und immer mehr zu nehmen beginnt. Der Verfasser ist erfüllt von dem Gedanken, dieser Wissenschaft in Italien die Wege bahnen zu helfen, und in diesem Sinne ist seine Arbeit mit Freuden zu begrüfsen. Das kleine Buch wird dem jungen Studenten, wie auch wohl dem gröfseren gebildeten Publikum einen Einblick in die Weise modernen psychologischen Forschens gewähren und mag, da der Verfasser durchgehends auf ausführlichere Schriften hinweist, auch, wie er mit der Herausgabe dieser Arbeit beabsichtigt, zu weiterem Studium anregen. Trotzdem bleibt die allzu grofse Kürze der Ausführungen zu beklagen. Auf dem engen Raume von 165 Oktavseiten dürfte es kaum möglich sein, auch nur die wesentlichsten Punkte des Gegenstandes einigermafsen erschöpfend zu behandeln. Der Verfasser sucht sich meistens an Wundt anzulehnen. Aber gerade die Kürze der skizzenhaften Darstellung verhindert ihn durchweg, die Eigenart des Wundtschen Systems in gebührender Weise zu entwickeln. Eine ausführlichere Behandlung wäre in dieser Beziehung um so wünschenswerter gewesen, als wir von Wundts Werken noch keine italienischen Übersetzungen besitzen und man sich in Italien, was gerade Wundts Hauptwerk betrifft, noch mit der nach der vielfach veralteten 2. Auflage angefertigten französischen Übersetzung behelfen mufs. So kann, um nur eines hervorzuheben, schon der Ausdruck „Physiologische Psychologie“ irre führen, der gerade im Sinne der Wundtschen Auffassung einer näheren Definition bedarf. (Hingewiesen sei übrigens an dieser Stelle auf die kürzlich von Prof. Guido Villa veröffentlichte aufserordentlich sorgfältige und objektiv gehaltene Darstellung der Lehre Wundts in den *Rendiconti* des Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere 1896. Serie II. Vol. XXIX. Fasc. XVII. etc.)

Als durchweg gelungen mufs dem Verfasser die Übertragung der deutschen technischen Ausdrücke ins Italienische zuerkannt werden, die Überwindung dieser nicht immer unbeträchtlichen Schwierigkeiten verdient sogar volle Anerkennung. — Doch sei darauf hingewiesen, dafs die Übertragung des deutschen Wortes Unlust mit „dolore“ zweifel-

haft erscheint, da man diesen letzten Ausdruck gleichzeitig für den in das Gebiet der Empfindungen zu verweisenden Schmerz benutzt. Bezeichnet man Lust mit „piacere", so dürfte der Ausdruck „dispiacere", wissenschaftlich einmal fixiert, zu weniger Mifsverständnissen Anlafs geben und den im Deutschen durch Unlust bezeichneten Gegensatz zum Lustgefühl am treffendsten wiedergeben.

Der Inhalt des Buches zerfällt nach einem Vorwort an den Leser und einer auf die Geschichte der Wissenschaft Bezug nehmenden Einleitung in 11 Teile: Qualität der Empfindungen — Intensität der Empfindungen — das Webersche Gesetz — Tast- und Bewegungswahrnehmungen — Gesichtswahrnehmungen — Gehörswahrnehmungen — Umfang des Bewufstseins und Schwankungen der Aufmerksamkeit — Reproduktion der Vorstellungen, — Dauer der psychischen Phänomene, einfache Reaktionen — Dauer der psychischen Phänomene, zusammengesetzte Reaktionen — Gefühl und Wille. —

Friedr. Kiesow (Turin).

H. R. Marshall. **Consciousness and Biological Evolution.** *Mind.* N. S. No. 19. S. 367—387 u. No. 20. S. 523—538. 1896.

Verfasser weist sowohl die Annahme, dafs der Körper von der Seele, als auch die umgekehrte, dafs die Seele vom Körper abhängig sei, als zu extrem zurück und bekennt sich als Anhänger des reinen Parallelismus zwischen Körperlichem und Seelischem. Jede, auch die einfachste Thätigkeit organisierter Substanz hat ein geistiges Korrelat. In der Gehirnrinde ist dieses Korrelat die denk- und sprechfähige Seele. In den niederen Zentren und Nervensystemen sind die alle Schwingungen der Materie begleitenden geistigen Vorgänge auch ihrerseits von gegeringerer Dignität. Sie mischen sich nicht direkt in unser eigentliches psychisches Leben, obwohl sie es beeinflussen können.

Entsprechend seiner konsequenten Durchführung der Parallelität, ist Verfasser auch überzeugt, dafs der Geist auf die Phylogenese der Lebewesen keinen leitenden Einflufs haben kann. Neben und mit dem Komplizierterwerden der anatomischen und physiologischen Organisation schreitet vielmehr auch die Entwickelung ihres psychischen Gegenstückes gleichmäfsig fort. Ebenso darf man nicht eigentlich sagen, wie es oft geschieht, dafs Intelligenzhandlungen infolge häufiger Wiederholungen zu Instinkthandlungen gleichsam erstarren. Das Psychische, welches mit den physiologischen Instinktvorgängen korrespondiert, ist eben von anderer Art als das Korrelat der sogenannten Willensbewegungen. Die physiologische Basis des Instinktes überhaupt ist die Thatsache, dafs der ganze Organismus auf den Reiz antwortet, den eines seiner Elementarteile erfährt. Die Instinkte, einschliefslich der höheren, ethischen und sozialen, sind die unbewufste Tendenz aller Elemente des Organismus, in gemeinsamer Thätigkeit sich nach einem unbekannten Ziele der Entwickelung hinzuarbeiten. Die Instinkte, die zur Erhaltung des Individuums dienen, sind die Grundlage für die Instinkte zur Erhaltung der Spezies und des sozialen Verbandes. Diese drei bilden zusammen eine engere Gruppe, die speziell als arterhaltende bezeichnet

zu werden verdient, im Gegensatz zu anderen Instinkten, wie Nachahmungstrieb, Spieltrieb u. s. w. Gegenüber der Arterhaltung steht die Neigung zum Variieren, zur Abarten- und Rassenbildung. Hierzu kommt es, wenn ein Element oder eine Elementengruppe des Organismus unter abnorme Lebensbedingungen gerät und nun das ganze Individuum dank der innigen Beziehungen seiner Teile zu einander sich abweichend weiter entwickelt. In einem Staate verläuft der entsprechende Vorgang so, daſs zunächst einige Glieder der Gesellschaft einem veränderten Lebensmodus folgen und allmählich die übrigen mit sich fortreiſsen. Übrigens ist die Bildung einer sozialen Vereinigung, eines Staates, nicht etwa ein entwickelungsgeschichtlicher Fortschritt über das Individuum hinaus, wie es z. B. ein aus Organen zusammengesetzter Organismus gegenüber einem einzelligen Wesen ist. Der Körper, der einen Komplex von Organen darstellt, stirbt mit der Vernichtung eines der letzteren, nicht so der Staat mit dem Tode des Einzelnen. Er bildet in diesem Sinne nur eine Summe von gleichwertigen Summanden, weswegen man auch nicht von einem sozialen Bewuſstsein als einer höheren Stufe des menschlichen Einzelbewuſstseins sprechen kann. Schaefer (Rostock).

H. Eber. **Zur Kritik der Kinderpsychologie, mit Rücksicht auf neuere Arbeiten.** *Wundts Philos. Stud.* Bd. XII. 1896. S. 587—628.

Die Forschungsmethode der Kinderpsychologie muſs eine genetische sein; denn ihre Aufgabe ist die Analyse der Entwickelung der menschlichen Seele. Eine objektive Darstellung an der Hand von Beobachtungsthatsachen wird freilich erst von dem Zeitpunkt an möglich sein, wo das Kind sprachlicher Äuſserungen über sein geistiges Leben fähig ist. Vorher bietet das Kind dem Beobachter nur körperliche Bewegungen dar, und die etwaigen seelischen Begleitprozesse derselben festzustellen, ist sehr schwierig, jedoch nicht hoffnungslos. Einerseits nämlich kommen gewisse psychische und physische Vorgänge so regelmäſsig koordiniert vor, daſs man von dem Auftreten der einen auf die anderen schlieſsen darf; andererseits wird man mit Erfolg versuchen können, aus einer psychisch besser charakterisierten späteren Periode auf die dem Verständnis weniger zugängliche vorgehende Rückschlüsse zu machen. (So erweisen sich z. B. die mimischen Bewegungen im allgemeinen als symptomatisch für Gefühlsregungen, die pantomimischen für Willensprozesse.) Die Hauptsache ist jedoch, zunächst empirisches Material zu sammeln und aus diesem heraus nach den Normen der allgemeinen Psychologie die psychogenetischen Gesetze zu entwickeln. Dieser Punkt giebt Verfasser Anlaſs, die bekannten Werke und Arbeiten von Perez, Preyer und Baldwin zu kritisieren. Perez (*Les trois premières années de l'enfant.* 1892) bringt zwar wenig Thatsächliches, ist aber in der psychologischen Bearbeitung desselben sehr vorsichtig. Preyers „*Seele des Kindes*“ ist in sachlicher Beziehung auſserordentlich wertvoll; seine Deutung des kindlichen Bewuſstseins leidet jedoch an dem Fehler, daſs sie aus logischen Gesichtspunkten heraus erfolgt und Elemente bereits überwundener psychologischer Systeme, wie z. B. der Vermögenstheorie und selbst der Vulgärpsychologie enthält. Baldwin (*Mental Development*

in the Child and the Race. 1895) dagegen geht viel weiter, als unsere noch zu geringen positiven Kenntnisse rechtfertigen, wenn er auf biologischer Basis durch Deduktion die der psychologischen Entwickelung immanenten Gesetze ableiten will, wenn er phylogenetische und ontogenetische Psychogenesis in einander genau entsprechende Abschnitte teilt und die geistige Entwickelung des Einzelnen und der Völker in weitgehendste Analogie zu einander bringt.

Im Gegensatz zu diesen beiden und einigen anderen Autoren, welche die Gefühle von den Empfindungen trennen und erstere als die aktiven Faktoren des Bewufstseins, letztere aber als deren psychisches Material betrachten wollen, weist Verfasser darauf hin, dafs sowohl in der kindlichen wie in der entwickelten Seele Gefühl und Empfinden etwas untrennbar Einheitliches sind. Beim Kinde ist anfänglich die Gefühlsseite (Affekt, Phantasie, personifizierende Apperzeption) besonders betont, erst allmählich entwickeln sich die Verstandesthätigkeiten. Es ist falsch, dem Kinde einen angeborenen Verstand zuzuschreiben. Ebensowenig darf man das Gedächtnis als eine besondere psychische Kraft auffassen, während es doch nur ein Ausdruck dafür ist, dafs immer mehr oder weniger der gesamte Bewufstseinsinhalt sich an den psychischen Vorgängen der Gegenwart beteiligt. Was die Entwickelung des Willens anlangt, so lassen sich Schlüsse darüber erst ziehen, wenn absichtliche pantomimische Bewegungen auftreten. Der von Preyer und Baldwin schon ab ovo am Kinde beobachtete „Wille“ ist künstlich konstruiert.

Schaefer (Rostock).

James Rowland Angell and Addison W. Moore. **Reaction-Time:** A Study in Attention and Habit. *Psychol. Rev.* III. (3). S 245—258. 1896.

Die rein physiologisch genommenen Reaktionen mancher Physiologen ohne Anstreben wirklich sensorischer Deutlichkeit werden hier wie letzthin bei Baldwin wieder hervorgeholt, und es zeigt sich bei zunehmender Übung demgemäfs zunehmender Hirnreflex und zunehmende Verkürzung beider Zeiten und der Differenz der Zeiten der angeblich sensoriellen und muskulären Reaktionsform. Auch hier ist, wie letzthin bei Cattell, bei Flournoy, bei Baldwin wieder ein durchgängiger Fall ursprünglich kürzerer, angeblich sensorieller Reaktion vorhanden. Streben nach wirklich sensoriellem Erfassen wurde hier durchweg vermieden, ja bringt wie bei Baldwin für diese Versuche nach einmal stattgefundener Einübung nur Verwirrung hervor. Die unter Anregung von Dewey gegebene Erklärung, der in derselben Zeitschrift auf die ganze Kompliziertheit schon des psychisch veranlassten Reflexvorganges hinweist und bei ihm, wie bei jedem Auffassen, neben der zentripetalen überall zentrifugale Thätigkeit, nämlich entsprechende Thätigkeit der Muskeln, nachweist, hebt die aktive Thätigkeit schon des aufnehmenden Sinnesorgans und Herstellen entsprechender Koordinationen hervor. Bei solchem Teilverhältnis ist diejenige Reaktionszeit kürzer, bei welcher die Aufmerksamkeit auf den weniger geübten Teil gerichtet ist, dagegen gröfser, wenn auf den bereits geübten Teil gerichtet, weil hier schon bestehende Koordinationen auflösend, welches letztere indessen augenscheinlich nur für diesen Ver-

suchsplan gilt. Dafs auch bei ursprünglich kürzerer sensorieller Form hier die motorische Form zum Schlufs doch kürzere Zeit zeigt, liegt an der gröfseren Schwierigkeit und damit gröfseren Gelegenheit der Einübung für die Hand, was man hier ganz gut zugeben kann. Gegen die Auffassung aber, hier psychologisch wertvolle und allgemeingültige Reaktionszeiten vor sich zu haben, ist der ganzen Beschreibung und Erklärung entsprechend hervorzuheben, dafs die Versuche nicht weit von der Stufe von Abwehrbewegungen bei plötzlich auftretendem Reiz stehen: diese können auch schon von vorneherein ziemlich reflektorisch sein, werden es aber sicherlich bei genügender Übung, und so auch hier, z. B. als Reaktion der Hand, des Fufses, des Öffnens der Lippen gegenüber dem telephonisch vermittelten Gehörreiz und fallenden Fixierpunkt. Man mufs eben zwischen dem blofsen erfolgreichen Hinhören und Hinsehen und Auffassen und dem wirklich stattfindenden Erfassen unterscheiden; bei letzterem aber kann nie in regelmäfsiger Weise eine derartige Verkürzung der Reaktionszeit eintreten, dafs die sensorielle Form sich nicht nur der muskulären annähert, sondern sogar innerhalb der mittleren Variation der letzteren fällt: dem widerspricht schon die eintretende Abstumpfung gegenüber dem Sinnesreiz, welche dann eine gröfsere Anspannung und Zeitdauer für ein wirkliches Erfassen erfordert. Der beiläufig angegebene Gedächtnisversuch der drei Reagenten spricht übrigens nicht gerade für Baldwin oder die Anlagewirksamkeit in der vorhin besprochenen Richtung, obgleich allerdings ein blofser Gedächtnisversuch hier keineswegs beweisend sein kann. Bei etwaiger Einführung der Typentheorie läfst sich übrigens recht gut aufser dem auditoriellen, visuellen, motorischen u. s. w. noch ein weiterer denken, nämlich besonders leichte Umsetzung von Sinneseindruck in das Motorische, ohne selbst etwa motorischer Typus zu sein. Jedenfalls sollte man keinen Fall von ursprünglich durchgehend kürzerer sensorieller Reaktion durchlassen, ohne ihn nach einer etwaigen Beziehung hierzu genügend erforscht zu haben.

P. Mentz (Leipzig).

E. Roemer. **Beitrag zur Bestimmung zusammengesetzter Reaktionszeiten.** *Psychol. Stud.*, herausgegeben von Kraepelin. Bd. 1. H. 4. S. 566—607. Leipzig 1896.

R. schlägt zur Bestimmung der zusammengesetzten Reaktionszeiten zwei Apparate vor. Er bezeichnet sie als „optischen Reizapparat“ und als „Schallschlüssel“. Ihre Beschreibung ist im Original nachzulesen. Der Fehler des optischen Reizapparates liegt darin, dafs die Versuchsperson, sehr bald gewitzigt, das Auge schon auf die schräge Fläche der Platte, welche das Reizwort trägt, richten wird. Nach eigenem Eingeständnis entsteht dadurch ein durchschnittlicher Fehler von 25—30 σ. Dabei versäumt Verfasser noch, aufser dem durchschnittlichen Fehler die mittlere Abweichung von diesem anzugeben. Am schlimmsten aber ist, dafs der so hervorgerufene Fehler sich jeder Kontrolle entzieht. Die Genauigkeit des Apparates ist also nur scheinbar. Der Schallschlüssel entspricht im Prinzip dem von Cattell angegebenen. Auch hier schleicht sich, wenn man als Reizapparat einen zweiten Schallschlüssel benutzt,

ein Fehler von 20—35—60 σ pro Schallschlüssel ein (Fallzeit des Ankers). Da er konstant und kontrollierbar ist, so mag er — häufige Kontrolle vorausgesetzt — harmloser sein.

Verfasser hat den Apparat an Wahl- und Wortreaktionen erprobt. Für den kritischen Leser ist die Bewährung sehr zweifelhaft. Willkürliche Umrechnungen, wie S. 588, Z. 11 von oben, sind ganz unstatthaft und müssen das Vertrauen zu den Zahlen vollends erschüttern.

Für psychiatrische Versuche ist der Apparat nicht zu empfehlen; er würde hier etwa dasselbe leisten wie eine falsche Temperaturmessung auf hundert Teile eines Grades. Ziehen (Jena).

P. Janet. **Resumé historique des études sur le sentiment de la personnalité.** *Revue scientifique.* Série 4. Tome 5. 1896. S. 97—103.

Die Philosophie des Altertums und Mittelalters haben den Ich-Begriff und den Seelenbegriff nicht voneinander getrennt, sondern beides als ein Ganzes vom Standpunkt der abstrakten Spekulation aus betrachtet und behandelt. Erst im Anfang dieses Jahrhunderts, und ganz besonders nachdem die genialen Lehren Kants unter den Philosophen aller Länder die weiteste Verbreitung gefunden, fing man an, die Ich-Vorstellung frei von allem metaphysischen Beiwerk psychologisch zu untersuchen. Die Sensualisten, in erster Linie Stuart Mill und Herbert Spencer, haben die Komponenten unserers Personalitätsbewufstseins aufgedeckt und die Bedeutung der Gegensätze zwischen inneren subjektiven Vorgängen und von aufsen erregten Empfindungen für die Ich-Vorstellung, sowie den Einflufs der Innervationsgefühle und der Widerstandsempfindungen auf dieselbe dargelegt. Die Rationalisten haben sich um die Feststellung der Gesetze verdient gemacht, welche das Zusammenwirken dieser einzelnen Faktoren der einheitlichen Ich-Abstraktion beherrschen.

Immerhin genügen Selbstbeobachtungen einzelner Autoren nicht. Wie der Physiologe, wenn er die Funktionen eines Organes studieren will, die Lebensbedingungen desselben möglichst variiert, so mufs auch das Studium des Personalitätsbewufstseins durch die Beobachtung namentlich pathologischer Fälle ergänzt werden. Hierin ist in der jüngsten Vergangenheit bereits Erhebliches geleistet. Die Arbeiten Charcots und seiner Nachfolger, sowie insbesondere die philosophische Verwertung ihrer Ergebnisse durch Ribot bezeichnen in diesem Sinne geradezu eine neue Epoche in der Lösung des Ich-Problems.

Schaefer (Rostock).

J. McKeen Cattell and Livingston Farrand. **Physical and Mental Measurements of the Students of Columbia University.** *The Psychol. Rev.* Vol. III. No. 6. Nov. 1896. (31 S.)

Verfasser veröffentlichen Methode und Resultate von Untersuchungen, die sie über die geistige und körperliche Beschaffenheit von 100 Studenten angestellt haben. Jeder Prüfling mufste zunächst seine Personalien, Nationalität und Studiengang aufschreiben und damit zugleich eine Probe seiner — im Zusammenhang mit anderen Kennzeichen nicht ganz unwichtigen — Handschrift geben. Weitere Details über Heredität,

körperliche und geistige Entwicklung, Temperament und Charakter, Gewohnheiten und Neigungen, Lieblingsbeschäftigung u. dergl. konnten vorläufig nicht berücksichtigt werden, sollen aber bei späteren Untersuchungen Beachtung finden. Sodann wurden geprüft: Farbe von Haar und Augen, Körperlänge und Gewicht, Konfiguration des Kopfes, Atmungskapazität, Sehschärfe, Farbenerkennungsvermögen und Vorliebe für bestimmte Farben, Hörschärfe und Unterscheidungsvermögen für Töne, Tastsinn, Ortssinn, Kraftsinn, Schmerzempfindung, grobe Kraft der Hände, etwaige Ataxie und Zitterbewegungen, Reaktionszeit für Gesicht- und Gehörseindrücke und Bildung von Assoziationen, Genauigkeit in der Erfassung räumlicher und zeitlicher Vorstellungen, Gedächtnis und Schärfe der Reproduktionsbilder.

Die Resultate interessieren, zumal bei der geringen Zahl der Untersuchten, vorläufig weniger als die Methode der Prüfung, die natürlich noch sehr erweiterungsfähig ist. Jeder Student erhielt sein Signalement Schwarz auf Weifs und die Erlaubnis, nach Vollendung seiner Studien neue Mafse von sich aufnehmen zu lassen. Verfasser betonen neben dem rein wissenschaftlichen auch den praktischen Wert der Untersuchungen, indem sie dem Prüfling seine Fehler und Vorzüge zur Warnung und Aufmunterung ad oculos demonstrieren. Die Bereitwilligkeit der Studenten, sich dem Examen zu unterziehen, läfst sich daher begreifen. Endlich liegt die Bedeutung dieser Individualpsychologie auch darin, dafs sich durch zahlreiche Untersuchungen gesunder Individuen allmählich ziemlich bestimmte Normen werden aufstellen lassen, die der Beurteilung pathologischer Zustände als Mafsstab dienen können.

Scholz (Bonn).

Studies from the Yale Psychological Laboratory, ed. by E. W. Scripture. Vol. II. 1894, u. Vol. III. 1895.

Von den Arbeiten des Laboratoriums der Yale University sind seit 1893 drei Bändchen erschienen, von denen das zweite und dritte hier im Zusammenhang besprochen werden sollen. Der zweite Band beginnt mit einer Abhandlung des Herausgebers, „über mittlere Werte für direkte Messungen". Es sind eine Anzahl Erörterungen über Mafsfehler, ihr Vorkommen und ihre Ausgleichungen mit spezieller Berücksichtigung der üblichen psychophysischen und psychometrischen Versuche. Als Fehler bei Messungen zählt der Verfasser auf: Mafsfehler, Beobachtungsfehler, Definitionsfehler, Zählfehler, Fehler der Berechnung. Nachdem diese kurz erörtert sind, geht der Verfasser zu seinem Hauptthema über: der Gewinnung repräsentativer Werte für eine gröfsere Anzahl nicht übereinstimmender Messungen. Er erörtert insbesondere die Frage, wann es vorteilhafter ist, das arithmetische Mittel als repräsentativen Wert zu benutzen, oder den häufigst vorkommenden Fehler. Wiederholt werden in den folgenden Abhandlungen der *„Studies"* beide Werte berechnet. Die Einzelheiten der Arbeit müssen im Original nachgesehen werden.

Die zweite Abhandlung von J. Allen Gilbert, „Untersuchungen über die geistige und physische Entwickelung von Schul-

kindern" ist nach Umfang und Inhalt die wichtigste dieses Heftes. Die allgemeine Absicht des Verfassers war die, für eine gröfsere Zahl von Schulkindern im Alter von 6—17 Jahren eine Reihe exakter Prüfungen ihrer physischen und geistigen Verfassung auszuführen und das Ergebnis derselben zu vergleichen mit den Zeugnissen der Lehrer über die intellektuelle Entwickelung der Kinder. An jedem Kinde wurden im ganzen elf verschiedene Prüfungen ausgeführt. Es wurden kontrolliert: 1. „der Muskelsinn"; 2. die Unterschiedsempfindlichkeit für Farbensättigung; 3. die Zugänglichkeit für die bekannte Gewichtstäuschung (was der Verfasser Suggestibilität des Kindes nennt); 4. Geschicklichkeit bei Willkürbewegungen; 5. Ermüdbarkeit; 6. Körpergewicht; 7. Körpergröfse; 8. vitale Kapazität; 9. einfache und 10. Unterscheidungsreaktion; 11. Zeitgedächtnis. — Der Kürze halber werde ich die einzelnen Versuchsreihen mit den beigegebenen Zahlen anführen.

No. 1 sollte geprüft werden, indem die Unterschiedsempfindlichkeit der Kinder für gehobene Gewichte festgestellt wurde. Unter ausreichenden Vorsichtsmafsregeln werden 10 Gewichte von 82—100 g, in gleichen Stufen zunehmend, zwischen Daumen und Zeigefinger gehoben. Indem 82 g als Normalgewicht genommen werden, lautet die Aufgabe: Es sollen alle Gewichte ausgesucht werden, die dem Normalgewicht gleich erscheinen. Für No. 2 werden zehn kreisrunde Scheiben von Wollstoff hergestellt, die durch wiederholtes Eintauchen in eine rote Farblösung so gefärbt sind, dafs zehn Sättigungsstufen gewonnen werden, die ein Individuum mit normalem Farbensinn eben voneinander unterscheiden kann. Die geringste Sättigung dient als Mafsstab. Die Aufgabe lautet: die Kinder sollen alle ihnen gleich erscheinenden Scheiben zusammenlegen. Zu No. 3 wird die bekannte Gewichtstäuschung verwendet, und dabei ein Verfahren quantitativer Bestimmung der Täuschung eingeschlagen, das bei Besprechung der Arbeit von Seashore (vergl unten) näher beschrieben ist. Über die Art der Prüfung von No. 4 und 6—7 ist nichts Besonderes zu bemerken. Die Lungenkapazität (No. 8) wurde am Spirometer gemessen. Dagegen wird für die Prüfungen No. 5, 9 und 10 ein sehr handlicher Reaktionsapparat verwendet, der namentlich, weil der ganze Apparat auf einer Tischplatte befestigt und transportabel ist, für Schulzwecke sehr brauchbar sein dürfte. Freilich ist die Genauigkeit der Messung, namentlich bei den Unterscheidungsreaktionen, keine übermäfsige (Ewaldsches Chronoskop), sie mag aber für die groben Unterschiede, um die es sich bei diesen Prüfungen zumeist handelt, genügen. No. 5 und 6 wurden nun so geprüft, dafs die Kinder auf einem Taster so rasch wie möglich zu tippen hatten, 45 Sekunden lang, aus dieser ganzen Bewegungszeit wurden anfangs und gegen Ende für fünf Sekunden lang durch Schliefsen des Chronoskopstroms die Schlagzahlen gemessen. Durch die Schläge der ersten fünf Sekunden soll die „motor ability", durch die der letzten die Ermüdung des Kindes gemessen werden. Die einfachen Reaktionen wurden auf „Lichtreiz" (schnelle Bewegung eines Objektes) ausgeführt, die Unterscheidungsreaktionen auf das abwechselnde Erscheinen eines roten und blauen Papiers, und zwar so, dafs auf blau reagiert wurde, auf rot nicht.

No. 11 würde ich bezeichnen als Zeitschätzung von Tonzeiten, unter Anwendung der Methode der m. F. Indem einfach auf den Chronoskopton gehört wurde, den der Verfasser zwei Sekunden lang durch Stromschlufs angab, mufsten die Kinder ein Vergleichsintervall selbst herstellen, durch Niederschlagen eines Tasters, der den Chronoskopstrom unterbrach.

Was die näheren Umstände der ganzen Untersuchung betrifft, so dürfte hervorzuheben sein, dafs die Kinder immer zu dreien in einem besonderen Zimmer geprüft wurden, wobei der Verfasser folgende Reihenfolge der Versuche einhielt: Zunächst Wiegen, Gröfsenmessung, Lungenkapazität, sodann Unterscheidungsreaktion und danach einfache Reaktion (die Reaktionen in dieser Reihenfolge, um den übeln Einflufs der Gewöhnung an das jedesmalige Reagieren zu vermeiden), dann Zeitgedächtnis, willkürliche Bewegung und Ermüdung. Da keiner der Versuche lange dauerte, so konnten sie alle in einer Sitzung abgemacht werden. Die Zahl der geprüften Kinder betrug etwa 100 von jedem Alter. Es wurden möglichst eben so viele Knaben wie Mädchen geprüft zur Vergleichung der Entwickelung der beiden Geschlechter. Von den sehr ausführlich mitgeteilten Resultaten sei hier nur eine Auswahl des Wichtigsten zusammengestellt.

Im allgemeinen zeigte sich bei allen vom Verfasser eingeführten Prüfungen der Unterschiedsempfindlichkeit, Suggestibilität u. s. w., dafs eine Anzahl Kinder aufser stande waren, irgend einen Unterschied in den Prüfungsobjekten zu finden. Am gröfsten ist der Prozentsatz dieser gänzlich negativen Prüfungsergebnisse bei den Farbensättigungsstufen. Von den sechsjährigen Kindern konnten sogar 57% keinen Unterschied der Sättigung konstatieren. Deutlich treten ferner bei allen Prüfungen die Unterschiede in der Befähigung der beiden Geschlechter hervor. In allen Prüfungen zeigen sich die Knaben im Durchschnitt den gleichaltrigen Mädchen überlegen, mit einer geringen Ausnahme bei der Prüfung des Farbensinns. Sehr charakteristisch tritt der verschiedene Gang der Entwickelung der beiden Geschlechter nach den Altersstufen hervor. In den ersten Jahren sind die Mädchen den Knaben in allen Leistungen beinahe gewachsen. Im elften Jahre stehen sich die Geschlechter fast gleich, von da an sind die Knaben weitaus überlegen. Durchweg eilen die Mädchen den Knaben in der Entwickelung voraus, um dann von diesen überholt zu werden. Darin zeigt sich wohl in der Hauptsache der Einflufs der Pubertät. Dieser Einflufs, der immer in einer Benachteiligung der Leistungen besteht, ist stärker zu spüren bei der geistigen, wie bei der rein physischen Entwickelung der Kinder (Gröfse, Gewicht, Lungenkapazität), er tritt deutlicher hervor bei den Mädchen, wie bei den Knaben, und wiederum allgemein deutlicher bei den schwach begabten Kindern, wie bei den intelligenteren (Zeugnisse der Lehrer). Was ferner die Zunahme der Leistungen mit zunehmendem Alter betrifft, so geht sie sehr unregelmäfsig vor sich. Der jeweilige Rückgang bezw. Stillstand der Leistungen scheint vorzugsweise durch die Pubertät bedingt. Die genannten Schwankungen in der geistigen Entwickelung zeigen sich sehr deutlich in der zunehmenden m. V. der Versuchszahlen. Die Prüfung der Zunahme in der physischen Ent-

wickelung ergiebt keine sehr deutlichen Beziehungen zu der geistigen Entwickelung, ausgenommen sind die Leistungen in der willkürlichen Bewegung und die Ermüdbarkeit, die, wie leicht begreiflich ist, mit Körpergröſse und Gewicht und Lungenkapazität zunehmen. Aus den speziellen Ergebnissen der Einzelprüfungen sei nur noch Folgendes hervorgehoben. Was die Gewichtstäuschung betrifft, so nimmt der Betrag derselben vom 6.—9. Jahre zu, um dann wieder abzunehmen; merkwürdigerweise ist gerade in der Periode der zunehmenden Täuschung die Regelmäſsigkeit der Schätzung ebenfalls eine zunehmende.

Die Perioden des Körperwachstums zeigen kein bestimmtes Verhältnis zur geistigen Entwickelung. Das ist ein Ergebnis, das so auffallend sonstigen Erfahrungen widerspricht, daſs man die Bedeutung der intellektuellen Prüfungen in Zweifel zu ziehen geneigt sein muſs.

Die einfachen Reaktionszeiten nehmen ab mit zunehmendem Alter. Bei Mädchen tritt mit 13 Jahren ein gewisser Stillstand ein, bei Knaben erst mit 14. Allgemein zeigt der Durchschnitt der Knaben kürzere Reaktionszeiten als der der Mädchen. Ähnliches ergiebt die Unterscheidungsreaktion. Es spricht wiederum gegen die bei den letzteren angewandte Methode, daſs der Unterschied der begabten und unbegabten Kinder sich deutlicher zeigt bei den einfachen Reaktionen, als bei den Unterscheidungsreaktionen. Der Schluſs des Verfassers, es komme das daher, daſs in der Unterscheidungszeit ein geringerer Bestandteil eigentlicher Reaktion stecke, ist ein Zirkel.

Bei den Prüfungen des „Zeitgedächtnisses" zeigt sich eine bedeutende Überschätzung der Fehlzeit, d. h. die Fehlzeiten werden viel zu kurz hergestellt. Das ist ein konstanter Fehler, den der Referent bei diesen Normalzeiten (2 Sekunden) in demselben Sinne feststellen konnte. Auffallend ist die unregelmäſsige Entwickelung des „Zeitgedächtnisses". Die Zeitschätzung — wie ich lieber sagen würde — zeigt sich also auch in den groſsen Lebensperioden, ganz wie im einzelnen Zeitsinnexperiment, als im hohen Grade abhängig von der physischen Disposition. Auch in der Zeitschätzung sind die Knaben den Mädchen überlegen (vergl. MUNSTERBERG, *Beiträge*, IV, der nach Versuchen an einer Dame beweisen will, daſs vermutlich der Muskelsinn, also auch die Zeitschätzung der Frauen, besser sei, als die der Männer!).

Zur Kritik dieser sämtlichen Versuche möchte ich namentlich bemerken, daſs die Prüfungen der Kinder sich leider allzu sehr in dem Schema der üblichen psychophysischen Experimente halten! Versuche wie die Farbenunterscheidung, Reaktionen u. s. w. können gar keinen zuverlässigen Einblick in den Stand der gesamten geistigen Entwickelung eines Kindes geben. Ferner dürfte es ein methodischer Fehler sein, daſs bei Prüfungen wie den Farbenunterscheidungen nur verschiedene Farbenstufen vorgelegt wurden. Darin liegt für die meisten Kinder, wenn die Aufgabe lautet: „lege die gleichen Farben zusammen", eine Suggestion, es müſsten doch gleiche Stufen vorhanden sein! Manche der Prüfungen, wie das Fingertippen, entsprechen wohl kaum ihrem Zweck, wie soll sich bei der letztgenannten Beschäftigung die „motor ability" zeigen? Es kann dann nicht Wunder nehmen, wenn die Er-

gebnisse so wenig Zusammenhang mit der geistigen Entwickelung zeigen. Das sind nur einige Andeutungen — eine eingehendere Kritik würde sich wohl namentlich mit den Instruktionen zu beschäftigen haben, die den Kindern erteilt worden sind, aber das dürfte über den hier zur Verfügung stehenden Raum hinausgehen.

Der nächste Aufsatz dieses Heftes: „Bemerkungen zu Dr. Gilberts Artikel“ ist vom Herausgeber, er enthält einige Vorschläge zu weiterer Bearbeitung derartiger statistischer Resultate, wie sie die Arbeit Gilberts zusammenstellt.

Es folgt sodann eine Versuchsreihe von Scripture und F. H. Smith „über den höchsten wahrnehmbaren Ton“. Die grofse Verschiedenheit der Resultate früherer Forscher über die höchsten vernehmbaren Töne wollen die Verfasser weniger der Verschiedenheit der Apparate, als vielmehr der aufgewandten Tonintensität zuschreiben. Die eigenen Versuche sollen deshalb die Frage beantworten: Ist vielleicht der höchste hörbare Ton je nach der Tonintensität verschieden hoch? Nach mancherlei Vorversuchen wurde als Tonquelle eine Königsche Pfeife mit verstellbarer Rohrlänge benutzt. Die Abstufung der Intensität wurde mit einem Gebläse erreicht, dessen Luftdruck manometrisch bestimmt werden konnte. In jeder Stellung des Kolbens wird die Pfeife bei fünf Druckstärken angeblasen. Die Ergebnisse sind: die Höhe des höchsten noch vernehmbaren Tones nimmt direkt zu mit der Intensität desselben. Dabei zeigen sich aber sehr beträchtliche individuelle Verschiedenheiten. Ob die obere Grenze der Intensität der Töne (und insofern auch die der Tonhöhe) erreicht ist, bleibt unsicher, da bei dem höchsten Manometerdruck die Töne sehr schmerzhaft werden. Die Veränderungsrichtung hat einen beträchtlichen Einflufs. Es können höhere Töne erkannt werden, wenn man vom Nullpunkt der Pfeife aus den ersten vernehmbaren Ton aufsucht, wie wenn man von niederen Tönen zu nicht mehr vernehmbaren aufsteigt. Ist die Tongrenze überschritten, so tritt nur noch eine schmerzhafte Empfindung im Ohre auf. An der Grenze der Wahrnehmbarkeit wird der Ton intermittierend gehört („Schwankungen der Aufmerksamkeit“). Die Zahlenangaben schwanken zwischen 25000 und etwa 55000 Schwingungen.

Den Schlufs dieses Heftes machen drei kürzere Abhandlungen von Scripture: „Über die Erziehung der Bewegungskontrolle und Muskelkraft“; „eine psychologische Methode, den blinden Fleck zu bestimmen“; „Prüfungen der geistigen Geschicklichkeit, die durch Übung im Fechten erlernt wird.“ Die erste Arbeit nimmt die Fechner-Volkmannschen Versuche über den Gang der Muskelübung und die Frage der symmetrischen Mitübung wieder auf. Das bemerkenswerteste Ergebnis ist dies, dafs in der That Einübung der rechten Hand auf eine schwierige Bewegung eine Mitübung der linken bewirkt. Die Methode, den blinden Fleck zu bestimmen, ist keineswegs eine „rein psychologische“, die einleitenden Bemerkungen dieses Artikels zeigen, dafs die Erkenntnistheorie des Verfassers auf schwachen Füfsen steht. Die letzte Arbeit hat nur für die Psychologie des Sports Interesse.

Das dritte Heft der *Yale-Studies* wird eröffnet mit einer äufserst sorgfältigen und umfangreichen Arbeit von C. E. Seashore, „Messungen von Illusionen und Halluzinationen im normalen Leben.“ Die Arbeit gliedert sich in drei Teile. Im ersten werden die Gewichtstäuschungen einer fast erschöpfenden experimentellen Behandlung unterzogen. Die Methode des Verfassers, die einzelnen bei der Täuschung beteiligten Faktoren gesondert zu variieren, ist mit Scharfsinn und Geschick durchgeführt. Der zweite Teil der Arbeit enthält quantitative Bestimmungen von Illusionen, wie sie beim normalen psychologischen Experiment vorkommen können, die Ergebnisse dieser Versuche sind für Beurteilung der psychophysischen Methodik sehr beachtenswert. Der dritte Teil stellt Folgerungen aus den Versuchen zusammen, mit Rücksicht auf psychophysische Experimente, auf die Pathologie des Bewufstseins und die erkenntnistheoretische Beurteilung des Wahrnehmungsvorganges. Bei der Menge interessanter Einzelresultate ist es schwer, eine Auswahl des Wichtigsten zu treffen. Ich versuche, das Verfahren zu charakterisieren und einige allgemein interessante Resultate zusammenzustellen. Als die Hauptabsicht des ersten Teils der Arbeit giebt Seashore an: Es soll die „Natur und die Ausdehnung der Gewichtstäuschung untersucht werden, welche verursacht wird durch die Kenntnis der Gröfse der gegebenen Objekte“. Ein besonderer Abschnitt untersucht dann ferner den Einflufs unserer Kenntnis des Materials und seiner Schwere auf die Gewichtsschätzung. In der ersten Versuchsreihe wird deshalb durch Firnissen der zu vergleichenden Gewichte der Eindruck eines möglichst unbestimmbaren Materials zu erwecken gesucht.

Originell, aber nicht ganz einwandsfrei, ist das Verfahren der quantitativen Bestimmung der Täuschung. Es besteht darin, dafs zwei Reihen zylindrischer Blöcke von Messing mit Hartgummistücken an den beiden Enden, 35 mm lang, miteinander verglichen werden, durch Abschätzung der Schwere mittelst freien Hebens der zwischen Daumen und Mittelfinger gefafsten Blöcke. Jede Reihe bestand aus 17 Blöcken, die der Reihe *A* variierten in der Gröfse, hatten aber gleiches Gewicht (80 g), die der Reihe *B* variierten im Gewicht, waren aber von gleicher Gröfse. Die Aufgabe war: Für jedes Gewicht in *A* soll ein gleiches in *B* gesucht werden.

In der ersten Versuchsreihe sahen die Versuchspersonen die verschiedene Gröfse der Blöcke der *A*-Reihe, und waren unterrichtet von dem verschiedenen Gewicht der Blöcke der *B*-Reihe und der Anordnung derselben. Das Resultat ist das aus den Versuchen von Dresslar, Charpentier u. a. bekannte: die kleineren Blöcke der *A*-Reihe werden überschätzt, die gröfseren unterschätzt. Das Quantum und d. m. V. der Täuschung ist bei den 15 Versuchspersonen ziemlich dasselbe. Ein zweiter Versuch gilt der Beharrlichkeit der Täuschung. Bleibt die Täuschung bei andauernder Übung bestehen, so lange die Beobachter das wirkliche Gewicht der Zylinder nicht kennen und über das Bestehen der Täuschung nicht unterrichtet sind? Resultat: die Illusion bleibt bestehen und erfährt durch fortgesetzte Übung keine wesentliche Ab-

nahme. — Bleibt die Täuschung bestehen, wenn der Beobachter die wirklichen Gewichtsverhältnisse und das Vorhandensein der Täuschung kennen? Resultat des diese Frage betreffenden Versuchs: Die Täuschung bleibt auch jetzt bestehen, aber sie vermindert sich, wenn auch nur in unbedeutendem Maſse. Die nächsten drei Versuche bestimmen die Täuschung, wenn die Gewichte indirekt gesehen wurden, ferner wenn sie bloſs auf Grund der visuellen Erinnerungsbilder der wirklichen Gewichtsgröſse beurteilt wurden, endlich ohne jede Kenntnis der wirklichen Gröſse. Resultat: Im indirekten Sehen vermindert sich die Täuschung beträchtlich, beim erinnernden Vergleichen nimmt sie wiederum ab, im letztgenannten Falle verschwindet sie ganz. Die nächsten Versuche gelten der Abhängigkeit der Gewichtstäuschung „von den Sinnen, mittelst deren die Kenntnis der Objektsgröſsen erworben sind". Die Täuschung zeigt sich am gröſsten, wenn die Schätzung lediglich durch den „Muskelsinn" erfolgt, sie ist schwankender und in den absoluten Beträgen nicht so groſs, wenn sie durch den Drucksinn vermittelt wird, sie ist am geringsten, wenn die Gröſse blos im direkten Sehen abgeschätzt wird. Beteiligen sich alle in Betracht kommenden Sinne, so ist sie geringer, als wenn „Muskelsinn" oder Druck die Gröſsenvorstellungen vermitteln, gröſser, als wenn die Schätzung allein durch den Anblick erfolgt. Von diesen Modifikationen scheint mir die wichtigste diejenige zu sein, bei welcher die Gröſsen- und Gewichtsschätzung mittelst des Drucksinnes ausgeführt wird. Denn wenn die Täuschung in diesem Falle bestehen bleibt, so kann sie ihre Ursache nicht ausschlieſslich in der Einstellung auf gewisse Impulsstärken bei der motorischen Innervation der wägenden Bewegungen haben. Leider ist der Versuch des Verfassers in diesem Punkte kein reiner. „Der Beobachter hielt seine Hand ausgestrekt, ohne dieselbe auf irgend eine Unterlage zu legen und die Blöcke wurden auf seine flache Hand gelegt". (Natürlich sah er dieselben nicht.) Wenn aber die Hand nicht unterstützt war, so muſsten die Gewichte natürlich im Handgelenk gehalten werden, und es fand eine Innervation der Beuger statt, mittelst deren das Gewicht getragen wurde. Der Versuch ist deshalb für die vorliegende Frage nicht entscheidend.

Sodann folgen Versuche über den Einfluſs des Materials auf die Täuschung. Sie werden in drei Modifikationen ausgeführt: 1. Gröſse und Gewicht der Zylinder sind gleich, das Material verschieden, wobei Blöcke aus Kork, Holz und Blei verwendet werden. 2. Die Gröſse bleibt gleich, aber Material und Gewicht variieren. 3. Gröſse, Material und Gewicht variieren. Das Ergebnis ist im allgemeinen das vorauszusehende: Die Impulse richten sich nach der bekannten und erwarteten Schwere des Materials. Finden wir dieses gegen die Erwartung schwer oder leicht, so werden wir überrascht und es tritt Über- bezw. Unterschätzung ein. Ebenso ist begreiflich, daſs Kenntnis des Materials und sichtbare Gröſse des Objektes bei den Täuschungen zusammenwirken oder sich relativ kompensieren können. Den Abschluſs dieses Teiles der Arbeit machen methodische Ausführungen und eine ausführliche psychologische Analyse der Versuchsergebnisse. Diese

scheint mir nicht sehr in die Sache einzudringen. Mit Ausdrücken, wie „getäuschte Erwartung“ u. a., ist doch zu wenig gesagt. Warum kann denn die „disappointed expectant attention“ so bestimmte Urteilsfehler bedingen? Der zweite Hauptteil der Arbeit umfafst wiederum 38 Seiten. Sein allgemeiner Inhalt ist oben angedeutet. Es ist unmöglich, die zahlreichen Versuche, durch die der Verfasser seine „Illusionen“ herbeiführt, im einzelnen mitzuteilen. Das Verfahren des Verfassers ist immer das folgende. In irgend einem Sinnesgebiet wird die Schwelle oder Unterschiedsschwelle in einer gröfseren Anzahl von Fällen nach immer gleicher Methode festgestellt. Darauf wird ohne Wissen der Versuchsperson, von einem bestimmten Moment an, der Vergleichsreiz einfach immer dem Normalreiz gleich gehalten bezw. der Schwellenreiz ganz weggelassen. Regelmäfsig geben dann die Versuchspersonen mit prompter Sicherheit an, den (eingebildeten) Empfindungsunterschied bezw. die Empfindung genau so zu bemerken, wie vorher. Man könnte versucht sein, aus diesen Experimenten geradezu die Nichtigkeit der üblichen psychophysischen Verfahrungsweisen darzuthun, sie sind wenigstens sehr lehrreich für die psychophysische Technik. Aber man mufs sich vergegenwärtigen, unter welchen Bedingungen diese Täuschungen eintreten. Es sind fast immer die folgenden: Der Beobachter mufs die zu beurteilende Empfindung (Empfindungsunterschied) einige Male wirklich erkannt haben; er mufs volle Sicherheit haben, dafs in den äufseren Umständen des Experiments von Fall zu Fall nichts geändert wird; es mufs die bestimmte Erwartung geweckt sein, dafs die bisher erkannte Empfindung in den folgenden Versuchen in gleicher Weise wiederkehrt. Es begünstigt die illusionäre Wahrnehmung von Empfindungsunterschieden, wenn der Vergleichsreiz zu einer bestimmten Zeit nach dem Normalreiz eintritt, ferner wenn er durch ein Signal angekündigt wird; wenn er sich mit anderen, durch die experimentellen Umstände gegebenen Empfindungen assoziieren konnte; wenn die Versuche den Charakter der massenhaften und schnellen Urteilssammlung tragen. Alles das sind durchaus die üblichen Umstände in den traditionellen psychophysischen Experimenten!

Dennoch glaube ich, dafs der Verfasser in seinen Folgerungen aus diesen Versuchen (dritter Teil der Arbeit) zu weit geht. Er meint, wenn eine so erstaunliche Täuschungsmöglichkeit bei der Perzeption kleinster Differenzen erwiesen sei, so müsse man erwarten, dafs auch bei übermerklichen Unterschieden und bei der Perzeption der Details von Objekten grofse Illusionen und Unkorrektheiten der Beobachtung eintreten können. Ja, er sieht es sogar „als eine Regel“ an, dafs die Perzeption kleinster Differenzen ganz unzuverlässig sei. Hier scheint der Verfasser die bestimmten Bedingungen, auf die seine „Illusionen“ beschränkt sind, zu übersehen.

In erkenntnistheoretischer Hinsicht folgert der Verfasser aus seinen Versuchen, dafs die Sinnesdata in hohem Mafse modifiziert werden durch apperzeptive Prozesse, unter denen zwei eine Hauptrolle spielen: getäuschte Erwartung und realisierte Erwartung. In den Täuschungen herrsche aber nicht minder Gesetzmäfsigkeit, als in der normalen Wahr-

nehmung; je mehr wir die Gesetze der Täuschungen kennen lernen, um so weniger werden unsere Sinneswahrnehmungen in Widerstreit geraten.

Nur kurz berichte ich noch über den Inhalt der folgenden Arbeiten dieses Heftes. JOHN M. MOORE teilt „Studien über Ermüdung" mit, bei denen die Akkommodations- und Konvergenzanstrengungen der Augen zur Feststellung von Ermüdungskurven benutzt werden. Die Versuche sind für die Tiefenschätzung und Akkommodationstheorien fast noch lehrreicher als grade für die Ermüdungserscheinungen. Für die fortschreitende Ermüdung giebt der Verfasser drei Merkmale an: Vermehrung der Ungenauigkeit der einzelnen Urteile und der Unregelmäfsigkeit im Gang der Beurteilung, und häufiges Auftreten extremer Resultate.

Die nächste Arbeit: E. M. WEYER, „Versuche über die Reaktionszeit eines Hundes", enthält höchstens das Bemerkenswerte, dafs die Tastreaktionen auffallend kurz sind (89 σ). In dem Schlufsaufsatz beschreibt SCRIPTURE „einige neue Apparate", von denen mir der Sprechschlüssel der brauchbarste zu sein scheint.

MEUMANN (Leipzig).

E. v. LOMMEL. **Lehrbuch der Experimentalphysik.** 3. Aufl. XI u. 556 S. mit 430 Textfiguren und einer Spektraltafel. Leipzig 1896. J. A. Barth.

Die grofse Bedeutung und der weite Raum, den die physikalischen Wissenschaften immer mehr in dem Unterricht an den höheren Schulen und Hochschulen gewinnen, tritt u. a. auch in der stetig zunehmenden Zahl von Lehrbüchern der Physik hervor. Je nach dem Kreise, für den sie berechnet sind, ist auch die Art der Ausführung und die Methode der Darstellung eine verschiedene. Das vorliegende Buch, von dem in verhältnismäfsig kurzer Zeit die dritte Auflage notwendig geworden, stellt sich die Aufgabe, die Grundlehren der Physik dem heutigen Standpunkte unserer Kenntnisse gemäfs ohne ausgedehnte mathematische Entwickelungen allgemein verständlich darzulegen. Unter Anknüpfung an die alltägliche Erfahrung und an leicht auszuführende Versuche sind überall die Thatsachen als unveränderliche Grundlage unseres Wissens in den Vordergrund gestellt. Um aber auch weitergehenden Ansprüchen entgegenzukommen, sind in eingeschalteten kleiner gedruckten Abschnitten die wichtigsten mathematischen Entwickelungen in elementarer Darstellung gegeben.

Das Buch beschreitet also so recht den Weg, welcher zum Selbststudium geeignet ist. Wer daher in der Verfolgung andersartiger Spezialforschungen physikalische Lücken in seinem Wissen bemerkt, sei auf dasselbe aufmerksam gemacht. Insbesondere kann es den Psychologen bestens empfohlen werden, weil Akustik und Optik recht eingehend behandelt sind.

ARTHUR KÖNIG.

HENRY HERBERT DONALDSON. **The Growth of the Brain.** A study of the nervous system in relation to education. London, Walter Scott. 1895. 374 S.

Verfasser untersucht zunächst die Wachstumsgesetze des Körpers im allgemeinen. Erst im 4. Kapitel geht er auf das Wachstum des

Gehirns und Rückenmarks ein. Leider giebt er nur eine ziemlich unvollständige Kompilation der von früheren Forschern festgestellten Zahlen. Immerhin können die Kapitel 4—6 zur ersten Orientierung empfohlen werden. Die folgende Darstellung des Wachstums der einzelnen Ganglienzellen und Nervenfasern ist in den Hauptpunkten richtig. Aus den folgenden Kapiteln hebe ich die Zusammenstellungen über die Dickenmafse der Hirnrinde hervor (vgl. *Amer. Journ. of Psychol.* 1891), ferner die eigenen Messungen und Zählungen des Verfasssers an peripherischen Nerven (S. 217). Seltsamerweise wird die Soltmannsche Entdeckung — Unerregbarkeit der Hirnrinde des Neugeborenen — garnicht gewürdigt, während Verfasser sonst allenthalben auch die physiologische Entwickelung, das Wachstum der Funktion, berücksichtigt. Auch die Markscheidenentwickelung hätte viel ausführlicher behandelt werden sollen. Die Kapitel 13—16 schweifen von dem Wachstumsproblem weit ab und geben einen kurzen Abrifs der Physiologie des erwachsenen Nervensystems. Das Kapitel über Altersveränderungen ist demgegenüber etwas dürftig ausgefallen. Die Schlufskapitel „Erziehung des Nervensystems" und „Weiterer Ausblick" ziehen die Schlüsse für die Erziehung des Einzelnen und der Menschheit. Verfasser betont mit Recht, dafs die Schulerziehung erst dann eintritt, wenn das Gesamtwachstum der einzelnen Elemente zum gröfseren Teil vollendet ist. Die Erziehung vermag nur die gebildeten Strukturen zu befestigen und unentwickelte Elemente zum Wachstum und zur Organisation anzuregen. Referent möchte daraus allerdings nur folgern, dafs die pädagogische, d. h. die nach wissenschaftlichen Grundsätzen erfolgende Erziehung früher zu beginnen hat! Die Schulerziehung kommt in der That etwas zu spät. Man kann von dem Schullehrer nicht verlangen, dafs er durch seinen Unterricht Ganglienzellenteilungen bei seinen Kindern hervorruft und so zu ihrem Gehirnwachstum beiträgt. Wohl aber könnte man verlangen, dafs die Ausnutzung der Elemente und ihrer Verbindungen schon in der Zeit des ausgiebigsten Hirnwachstums erfolgt, damit dies Wachstum bestimmten Elementen und bestimmten Verbindungen der Elemente mehr zu Gute kommt als anderen.

Donaldson hat sich jedenfalls mit der Zusammenstellung der bedeutsamsten Wachstumsdaten des Zentralnervensystems ein wesentliches Verdienst erworben, wenn auch Ergänzungen und Berichtigungen nicht ausbleiben werden. Ziehen (Jena).

P. Flechsig. **Die Lokalisation der geistigen Vorgänge, insbesondere der Sinnesempfindungen des Menschen.** Leipzig, Veit & Comp. 1896.

Es handelt sich um den Vortrag, welchen Flechsig auf der 68. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt a. M. gehalten hat. Durch Abbildungen ist das Verständnis erleichtert. Der Inhalt deckt sich in vielen Punkten mit der hier schon besprochenen Schrift: *„Gehirn und Seele"*. Da Unlustäufserungen auch bei grofshirnlosen Mifsgeburten vorkommen, zweifelt Fl., ob alle Bewufstseinserscheinungen Leistungen der Grofshirnrinde sind, und behauptet dies nur für die objektivierbaren Sinnesempfindungen. Die Feststellung der sensiblen

und sensorischen Bahnen und ihrer kortikalen Endbezirke ist der Hauptgegenstand des Vortrages. Ich erwähne folgende Einzelheiten:

a. Bahn der hinteren Wurzeln. Fl. unterscheidet in der inneren Kapsel, in welcher bekanntlich die sensiblen Bahnen zusammengefafst sind, drei Systeme. Das System No. 1 umhüllt sich vom Anfang des 9. Monats an mit Mark und nimmt in der oberen Hälfte der inneren Kapsel das unmittelbar hinter der Pyramidenbahn gelegene Areal fast vollständig ein. Seine Fasern gehen gröfstenteils aus den basalen Abschnitten des lateralen Sehhügelkernes und dem schalenförmigen Körper hervor, zum Teil auch direkt aus der Hauptschleife, und gelangen ausschliefslich in die Rinde der Zentralwindungen. Das System No. 2 umhüllt sich etwa einen Monat später mit Mark, geht gleichfalls aus dem lateralen Sehhügelkern hervor und gelangt teils in den Lobulus paracentralis und den Fufs der ersten Stirnwindung, teils in den Gyrus fornicatus und den Bereich des Ammonshorns. Das System No. 3 wird erst ein bis mehrere Monate nach der Geburt markhaltig. Es tritt aus dem vorderen Abschnitt des lateralen Sehhügelkernes aus und zieht zu den Stirnwindungen und zum mittleren Teil des Gyrus fornicatus.

Der laterale Sehhügelkern seinerseits nimmt von unten her alle die Leitungen auf, in welchen man die Fortsetzung der hinteren Wurzeln zu suchen hat, nämlich den Hauptteil der Schleifenschicht, den oberen Kleinhirnstiel und die Längsbündel der Formatio reticularis. Aufser ihm sind nur der schalenförmige Körper und das Centre médian gleichfalls in die Bahn der hinteren Wurzeln eingeschaltet.

Das System No. 1 gehört zur Bahn des Muskelsinnes, das System No. 3 zur Bahn des Muskelsinnes der Sprachmuskulatur; das System No. 2 steht zu den Berührungs-, Temperatur- und Organempfindungen in Beziehung. Die Gesamtheit des Rindengebietes der hinteren Wurzeln ist die „Körperfühlsphäre“.

Den zentripetalen Bahnen entsprechen motorische, in der Fühlsphäre entspringende Bahnen, dem System No. 1 die Pyramidenbahn, dem System No. 3 die frontale Grofshirnrinden-Brückenbahn. Aufserdem ziehen zentrifugale Bahnen aus der Fühlsphäre zu der dorsomedialen Kerngruppe des Sehhügels. Aus den Beziehungen der Fühlsphäre zu der Respirations- und Zirkulationsmuskulatur schliefst Fl., dafs die Fühlsphäre auch das „Zentralorgan der psychischen Spiegelung affektiver Körperzustände“ darstellt.

b. Geruchsbahn. Sie entwickelt sich später als die Bahn des Muskelsinnes. Der Tractus olfactorius erhält gegen Ende des 9. Monats Markscheiden. Fl. unterscheidet eine frontale und eine temporale Riechsphäre. Über Einzelheiten ist das Original zu vergleichen.

c. Sehbahn. Bemerkenswert ist namentlich, dafs Fl. bei dem Menschen einen direkten Übergang von Optikusfasern in den Sehhügel nicht hat feststellen können. Das aus dem lateralen Kniehöcker in das Pulvinar eintretende optische Leitungsbündel zweiter Ordnung täuscht eine direkte Fortsetzung des Tractus opticus vor. Auch dies Bündel durchzieht den Sehhügel ohne Unterbrechung. — Die sog. Gratioletsche Sehstrahlung dient nicht nur der Sehleitung, sondern enthält auch zentrifugale Bahnen.

Der Rindenbezirk dieser „Sehstrahlung im weiteren Sinne“ umfafst die gesamte Medialfläche des Occipitallappens und einen schmalen Streifen auf der Konvexität. In einer hierzu gehörigen Anmerkung (S. 74) wendet sich Flechsig gegen die zum Teil abweichenden Angaben v. Monakows.

d. Hörbahn. Als Hörsphäre bezeichnet Fl. jetzt die beiden Querwindungen des Schläfenlappens, welche in der Tiefe der Fossa Sylvii verborgen liegen, namentlich die vordere. Die temporale Grofshirnrindenbrückenbahn stellt das zugehörige motorische Fasersystem dar.

Als eine 5. Klasse führt Fl. die nicht-lokalisierten Triebgefühle auf, „dumpfe Sensationen, welche vielfach nur als eine vage allgemeine Unruhe wahrgenommen, also zum Teil erst mittelst der sekundären Folgezustände einer dunklen primären Reizung bewufst werden.“ Hier soll eine direkte Erregung der Zentralorgane selbst vorliegen. Fl. weist speziell darauf hin, dafs in der Oblongata sich schon früh Zellgruppen der Formatio reticularis differenzieren und zentrifugalen Fasern der Grundbündel des Vorderseitenstrangs den Ursprung geben, welche zu einer Zeit, wo die sensiblen Wurzeln der Oblongata Mark noch nicht besitzen, bereits Markscheiden erkennen lassen. Für die niederen Hirnteile, vermutet Flechsig, ist daher die „Automatie“ und nicht der Reflex die Primärform der zentralen Funktionen. Umgekehrt entstehen in der Grofshirnrinde die motorischen Bahnen der Sinnessphären ausnahmslos erst nach Fertigstellung der sensiblen. Hier ist also der Reflex „die Primärform der motorischen Bethätigung“. Alle Willenshandlungen entstehen aus Rindenreflexen.

Das Nichterkennen betasteter Gegenstände bei Erkrankungen der Fühlsphäre führt Fl. nicht auf einen Defekt der Erinnerungsbilder zurück, sondern auf den Verlust der räumlichen Verknüpfung der Einzeleindrücke. Er spricht daher von einer sensiblen Koordinationsstörung. Die räumliche Anschauung ist in diesem Sinne eine Funktion der Sinnessphären. Ebenso spielt bei der sensorischen Aphasie der Verlust der zeitlichen Ordnung der Gehörsempfindungen wahrscheinlich die Hauptrolle. Die folgenden Auseinandersetzungen über die Assoziationszentren wiederholen nur die bez. Erörterungen der Schrift *„Gehirn und Seele“*.

An der Verschiedenheit des mikroskopischen Baues der Hirnrinde in den verschiedenen Sphären hält Fl. gegenüber Kölliker fest (vergl. namentlich Anm. 42, S 80). Der grofse Gehalt der Sinnessphäre an intrakortikalen Assoziationsfasern könnte nach Fl. zu der erwähnten Koordination der elementaren Empfindungen in Beziehung stehen. — Infolge ihrer zentralen Lage und ihres auffälligen Reichtums an Assoziationssystemen erscheint die Körperfühlsphäre als die Zentralstätte des „Seelenorgans“. Sie ist der „Hauptträger des Selbstbewufstseins“. „Die höchste Rangstufe (willkürliche oder affektive Auslösung von Vorstellungen?)“ schreibt Fl. dem Assoziationsbündel zu, welches von den Zentralwindungen in die Zentralgebiete des hinteren grofsen Assoziationszentrums führt.

Ziehen (Jena).

F. Siebenmann. **Über die zentrale Hörbahn und über ihre Schädigung durch Geschwülste des Mittelhirns, speziell der Vierhügelgegend und der Haube.** *Zeitschr. f. Ohrenhlkde.* Bd. 29. 1896. S. 28—91.

Der Verlauf der zentralen Akustikusbahn ist aufserordentlich kompliziert, insofern die Fasern vielfache Durchkreuzungen, Abzweigungen und Unterbrechungen durch zwischenliegende Ganglienhaufen, zu denen zugleich noch reflektorische Bahnen hinzukommen, aufweisen. Im grofsen Ganzen verläuft die Hörbahn von den primären Hörzentren — dem Tuberculum acusticum und dem vorderen Akustikuskern — aus unter Kreuzung ihrer meisten Fasern in der Haube aufwärts gegen die seitliche ventrale Partie der Vierhügelgegend und von dort durch die Vierhügelarme und durch das Corp. genicul. intern. unter dem hintersten Abschnitt des Sehhügels hinweg nach der Capsula interna und schliefslich zur Rinde des Schläfenlappens. — Die Ganglienmasse der Vierhügelplatte ist beim Menschen ein relativ verkümmertes Organ. Bei den Vertebraten sind die vorderen Vierhügel um so voluminöser, je niedriger das Tier steht, so dafs sie bei den Knochenfischen geradezu die Hauptmasse des Gehirns bilden. Dagegen wachsen die hinteren Vierhügel mit der steigenden Ausbildung des Gehörorgans in der Tierreihe. Die schon hieraus zu schliefsende Beziehung der hinteren Vierhügel zum Hören haben die Versuche von Bechterew (vergl. das Referat in Bd. 11, S. 155 *dieser Zeitschr.*) bestätigt. — Die klinischen Beobachtungen von Tumoren der Vierhügelregion ergeben als Hauptresultat, dafs Mittelhirntaubheit nur bei Kompression oder Zerstörung der Haube eintritt, reine Vierhügeltumoren das Gehör intakt lassen. Bezüglich der vielen interessanten Details, welche die sehr ausführliche Kasuistik bringt, mufs auf das Original verwiesen werden. Bemerkt sei hier nur noch, dafs die Abnahme des Gehörs infolge einer Haubenläsion sich zuerst im unteren Teil der Tonreihe bemerkbar macht, im weiteren Verlauf aber auf alle Teile der Skala gleichmäfsig übergreift. Schaefer (Rostock).

G. Aschaffenburg. **Praktische Arbeit unter Alkoholwirkung.** *Psychol. Arb.*, herausgegeben von E. Kraepelin. Bd. 1. H. 4. S. 608—626. Leipzig 1896.

Die Versuche sind an vier geübten Setzern einer Heidelberger Zeitung angestellt. Zum Satze wurde Borgis benutzt. Die vier Versuchspersonen enthielten sich schon einen Tag vor dem Beginn der Versuche des Alkohols. Das Setzen erfolgte in Anbetracht der verschiedenen Leserlichkeit der Manuskripte nur nach gedruckten Vorlagen. An vier Tagen wurde Nachmittags $^5/_4$ Stunden lang gesetzt. Der erste und dritte Tag waren Normaltage, am zweiten und vierten wurden nach der ersten Viertelstunde je 200 g eines ca. 18 % Weins (Achaja) getrunken. Alle fünf Minuten ertönte ein Klingelsignal, worauf die betreffende Letter auf den Kopf gestellt wurde, so dafs dieses Zeichen ▀ in den Abzügen erschien. Bei der Berechnung wurde jedes „halbe Viertel“ und jedes „Spatium“ gleich einer Letter gerechnet. Die Versuchspersonen waren sonst gewohnt, täglich 1—2—4 Gl. Bier zu trinken, eine trank ab und zu auch einen Schnaps.

Interessant ist, dafs in allen Versuchen doch noch eine ziemlich erhebliche Übungsfähigkeit hervortrat. Die Leistung war unter dem Einflufs des Alkohols mit einer Ausnahme (unter acht Versuchen) geringer als an den Normaltagen. So sank z. B. unter dem Einflufs des Alkohols die Zahl der pro Viertelstunde gesetzten Lettern an einem Versuchstage bei einem Setzer auf 452 gegen 649 in der ersten Viertelstunde, während z. B. am vorausgegangenen Normaltage nur ein Abfall von 577 auf 557 erfolgte. Besonders ungünstig fiel die Leistung bei dem letzten Alkoholversuche aus. Trotz der sonst bei dem Alkoholgenufs festgestellten Neigung zu vorschnellen motorischen Reaktionen waren die Satzfehler nicht vermehrt.

Die Einbufse der Leistungsfähigkeit ist von A. auch nach einer von Rivers-Kraepelin angegebenen Methode berechnet worden (vergl. die Besprechung der Rivers-Kraepelinschen Arbeit). Danach beträgt sie 10,6 bis 18,9% derjenigen Leistung, welche ohne Ermüdung und ohne Übungsverlust hätte erwartet werden können. Ziehen (Jena).

H. Munk. **Über die Fühlsphäre der Grofshirnrinde.** 5. Mitteilung. *Sitzungsber. d. Kgl. Preufs. Akad. d. Wiss.* 1896. XLIV. S. 1131—1159.

M. rekapituliert zunächst die früheren Untersuchungsergebnisse. Durch partielle Exstirpationen der Extremitätenregionen hat er enge Beziehungen zwischen der Hautoberfläche und der Fühlsphäre nachgewiesen. Exstirpiert man beim Affen die mediale, der Falx zugewandte Partie der Extremitätenregionen und einen schmalen anstofsenden Streifen der dem Mantelrand zunächst gelegenen Partie der Konvexität, so findet man die Berührungsempfindlichkeit an den oberen, proximalen Segmenten vom Arm und Bein der Gegenseite aufgehoben, an den unteren (distalen) unversehrt. Trägt man ebenso bei dem Hunde beispielsweise die vordere Hälfte der Vorderbeinregion ab, so bleibt die Berührungsempfindlichkeit von Zehen und Fufs am gegenseitigen Vorderbein unversehrt, und nur diejenige der proximalen Segmente des gegenseitigen Vorderbeins ist geschädigt. Es bestehen also auch innerhalb jeder motorischen Region und jedes zugehörigen Körperteiles zwischen den kleineren Abschnitten der Fühlsphäre und der Hautsinnesfläche feste Verbindungen durch die sensiblen Nervenbahnen, deren Erregung die Berührungsempfindung zur Folge hat, und diese Nervenbahnen finden, wie sie in der Haut eines Körperteiles neben und nach einander ihren Ursprung nehmen, ebenso regelmäfsig neben und nach einander in zentralen Elementen der zugehörigen Region ihr Ende. M. glaubt, dafs damit das anatomische Substrat für die Lokalzeichen der Berührungsempfindungen gegeben ist. Bemerkenswert ist, dafs, wie die Projektion der Netzhaut auf die Sehsphäre, auch die Projektion der Haut auf die Fühlsphäre sehr ungleichmäfsig ist. So ist z. B. bei dem Affen fast die ganze laterale Hälfte der Armregion nur der Haut der Hand und der Finger zugeordnet. Daraus, dafs nach partiellen Exstirpationen die Berührungsempfindlichkeit allmählich in den anfangs unempfindlichen Teilen wiederkehrt, schliefst M., dafs innerhalb der Haut oder hinter den Nervenendigungen oder im Verlauf der Bahn der Nervenfasern irgendwo Anastomosen bestehen,

durch welche es der peripherischen Erregung möglich wird, unter Umständen auch auf Umwegen andere zentrale Elemente der Region, als die ursprünglich korrespondierenden, zu erreichen. Auch die bekannte Thatsache, daſs bei der klinischen Hemianopsie die Gesichtsfeldgrenze nicht vertikal durch den Fixationspunkt geht, sondern nach der Seite des Defekts ausbiegt, möchte M. in dieser Weise erklären.

Die motorischen Funktionen des Scheitellappens ergeben sich aus der Beobachtung, daſs nach jeder Exstirpation in dem zugehörigen Körperteil alle isolierten Bewegungen mit Ausnahme der gemeinen Reflexe sowie die Regulierungen der Gemeinschaftsbewegungen verloren gehen (vergl. die früheren Berichte.). Den Aufbau der motorischen Zentren stellt sich M. folgendermaſsen vor. Er unterscheidet:

1. Muskelzentren, welche im wesentlichen den Kernen der modernen Hirn- und Rückenmarksanatomie entsprechen.

2. Reflex- oder Markzentren, d. i. Gruppen von Muskelzentren eines Körperteils, welche durch besonders leitungsfähige Bahnen verbunden sind. Die Erregung, die von der Peripherie her auf sensiblen Bahnen zum ersten Muskelzentrum gelangt, durchläuft von diesem aus in bestimmter Reihenfolge die Muskelzentren der Gruppe. Solcher Gruppen giebt es eine bestimmte Anzahl für jeden Körperteil. Sie ermöglichen die geordneten und zweckmäſsigen Reflexbewegungen (Greif, Stoſs-, Kratzbewegungen u. s. f.). Von den Markzentren der verschiedenen Körperteile sind wiederum einige durch besonders gute Leitungsbahnen, welche die ersten Muskelzentren des einen und des anderen Markzentrums verbinden, in engere Beziehung gebracht. So entstehen zweckmäſsige Bewegungen mehrerer Körperteile, z. B. Beugung des gereizten und Streckung des anderen Beins u. s. w.

3. Prinzipalzentren, d. i. unterhalb der Groſshirnrinde gelegene Ganglienzellenkomplexe, welche durch eigene Leitungsbahnen mit Markzentren verschiedene Körperteile verbunden sind. Die Erregung, welche von der Peripherie her auf sensiblen Bahnen zu einem Prinzipalzentrum gelangt, zieht durch Vermittelung des Prinzipalzentrums die gleichzeitige oder gesetzmäſsig in der Zeit einander folgende Erregung der mit dem Prinzipalzentrum verbundenen Markzentren verschiedener Körperteile nach sich. Gehen, Laufen, Springen, Aufrichten sind Prinzipalbewegungen.

4. Die Groſshirnrinde, welche durch Leitungsbahnen mit den Muskel-, Mark- und Prinzipalzentren verbunden ist. Aus ihr entspringen die Rindenreflexe und die sog. willkürlichen Bewegungen.

Im ganzen unterscheidet M. daher dreierlei Modalitäten der Bewegung: willkürliche Bewegung, Rindenreflexbewegung und gemeine Reflexbewegung. Lediglich letztere ist von der Groſshirnrinde unabhängig. Bei dem unversehrten Tier spielt sie eine geringe Rolle. Die willkürlichen Bewegungen werden ausschlieſslich von der Scheitellappenrinde angeregt, die Rindenreflexbewegungen hingegen jedesmal von zentralen Elementen derjenigen Sinnessphäre, in welche infolge der peripherischen Reizung die Erregung gelangt. Die Prinzipalbewegungen können im Groben ganz ohne Zuthun der kortikalen Region erfolgen,

welcher die beteiligten Körperteile zugehören, indem die Prinzipalzentren auf eigenen Leitungsbahnen seitens der Grofshirnrinde erregt werden; lediglich ihre feinere Regulierung wird auf dem Wege des Rindenreflexes von der zugeordneten Region geleistet. Die Erregung der Prinzipalzentren kann von verschiedenen Stellen der Grofshirnrinde aus herbeigeführt werden. Es liegt kein Anlafs vor, anzunehmen, dafs die Fühlsphäre bezüglich der Verbindungen mit den Prinzipalzentren vor der Seh- oder Hörsphäre bevorzugt sei. Nach Exstirpation einer motorischen Region bleiben dem zugeordneten Körperteil von den bisherigen Rindenbewegungen lediglich die willkürlichen Prinzipalbewegungen erhalten. Dazu können nunmehr unter den abnormen Verhältnissen noch die früher beschriebenen sekundären Bewegungen hinzukommen, d. h. der bez. Körperteil kann unter Umständen noch dadurch willkürlich bewegt werden, dafs seine Markzentren durch die Vermittelung der Markzentren eines anderen Körperteils von der dem letzteren zugeordneten kortikalen Region aus erregt werden.

Im allgemeinen ist jedes Muskelzentrum an einer bestimmten Stelle der Fühlsphäre vertreten. Beispielsweise beobachtet man bei dem Affen nach Exstirpation der verbreiterten lateralen Partie der linken Armregion, dafs n u r die isolierten willkürlichen Bewegungen der unteren (distalen) Segmente des rechten Arms für immer verloren sind. Diese Segmente beteiligen sich nur noch in Gemeinschaft mit den oberen (proximalen) Segmenten an den isolierten willkürlichen Bewegungen des Arms, aber auch da nur durch einfache, nicht verwickeltere Bewegungen. Aus dieser und mannigfachen analogen Beobachtungen schliefst M., dafs ähnlich wie die Muskeln im Körperteil neben- und hintereinander gereiht sind, auch die motorischen Rindenelemente, welche mittelst der Muskelzentren die Muskeln beherrschen, in der Rinde neben- und nacheinander gelegen sind. Die nämliche Partie der Arm- oder Beinregion, welche der Haut gewisser Segmente des Arms bezw. Beins zugeordnet ist, führt zugleich die isolierten, willkürlichen Bewegungen ebenderselben Segmente herbei. Weil bei den kortikalen Berührungsreflexen stets das berührte Segment sich zuerst bewegt, müssen die berührungsempfindenden Elemente für die Haut eines Segmentes am besten leitend verbunden sein mit denjenigen motorischen Elementen der zugeordneten Region, welche die dasselbe Segment bewegenden Muskeln beherrschen. Dieses Übergewicht der Leitung meint M. durch die K ü r z e der Leitungsbahnen zwischen den beiderlei Elementen, also durch ihr räumliches Zusammenliegen erklären zu müssen. Referent fürchtet, dafs dies letztere Argument sich kaum stichhaltig erweisen wird, und betont daher ausdrücklich, dafs es für die Gesamtauffassung nicht wesentlich ist. Das räumliche Zusammenliegen der sensiblen und motorischen Elemente ist anderweitig genugsam bewiesen.

Die Markzentren werden, wenn sie bei dem gemeinen Reflex thätig sind, stets von ihrem ersten Muskelzentrum aus erregt. Ebenso wird bei den Prinzipalbewegungen die Erregung stets dem ersten Muskelzentrum der beteiligten Markzentren zugeleitet. Demgemäfs wird auch die Arm- und Beinregion der Rinde, um die Markzentren in Thätigkeit

zu setzen und eine Greif-, Stofs-, Kratzbewegung etc. herbeizuführen, lediglich die ersten Muskelzentren der bez. Markzentren zu erregen haben. Diese ersten Muskelzentren sind diejenigen, welche die obersten Segmente der Extremität bewegen. Es werden also die motorischen Rindenelemente für diese obersten Muskelzentren zugleich die motorischen Elemente für die Markzentren sein. Die Beobachtung bestätigt dies, insofern nach der Exstirpation der medialen Partie der Arm- oder Beinregion alle diejenigen isolierten willkürlichen Bewegungen des Arms bezw. Beins, welche mittelst der Markzentren zu stande kommen, für immer ausbleiben, während nach Exstirpation der lateralen, den distalen Extremitätensegmenten zugeordneten Rindenpartie die distalen Segmente welche isolierter willkürlicher Bewegungen beraubt sind, sich doch noch an denjenigen isolierten willkürlichen Bewegungen, welche durch Vermittelung von Markzentren zu stande kommen, beteiligen.

In den Markzentren scheint sich die Erregung überhaupt nur in distaler Richtung, d. h. vom ersten oder obersten zum letzten oder untersten Muskelzentrum fortpflanzen zu können. Die Ausbreitung des kortikalen Berührungsreflexes in umgekehrter Richtung (von unten nach oben, also proximalwärts) bei Verstärkung des Reizes erklärt M. aus Anastomosen der motorischen Rindenelemente durch Assoziationsfasern.

Die Reizungsversuche von Beevor und Horsley sowie die eigenen Munks stimmen hiermit überein. Die Deutung der beiden englischen Forscher wird von M. verworfen. Die Thatsache, dafs bei Reizung der medialen Rindenpartie aufser dem direkt abhängigen obersten Segment der zugeordneten Extremität auch die distalen unteren Segmente — auch bei schwächster und kurzdauernder Reizung — sich mit Bewegungen beteiligen, erklärt sich nach M. aus der bevorzugten Stellung der medialen Rindenpartie: insofern sie die obersten Extremitätensegmente beherrscht, wirkt sie auch auf die Markzentren und daher indirekt auch auf die Muskelzentren der unteren Extremitätensegmente.

Ziehen (Jena).

A. Loewald. **Über die psychischen Wirkungen des Broms.** *Psychol. Arb.* herausgeg. von Kraepelin. Bd. 1, Heft 4. S. 489—565. Leipzig. 1896.

Die Versuche wurden mit Natrium bromatum angestellt. Das Salz wurde in 60 ccm Wasser gelöst: selten wurden mehr als 4 g verabfolgt. Die Methoden waren die gewöhnlichen der Kraepelinschen Schule. Um die Schnelligkeit der zentralen „Auslösung von Willensantrieben“ zu studieren, wurde auf Vorschlag Kraepelins auch folgende fortlaufende Methode verwendet: die Zahlen 21 bis 100 wurden mit möglichst gleichmäfsiger Geschwindigkeit hergesagt, „ziemlich schnell“, jedoch so, dafs die Deutlichkeit der gesprochenen Silben keine Einbufse erlitt; die Zahlen 30, 40, 50 etc. bis 100 wurden zweimal genannt, die Zahlen 27, 37 etc. bis 97 viersilbig ausgesprochen. Auf diese Weise wurde eine Reihe von 80 viersilbigen Worten hergestellt. Jede bis 100 zu Ende gezählte Reihe wurde durch einen Strich markiert und dann eine neue begonnen; nach Ablauf von 5 Minuten wurde die letzte Zahl notiert und alsbald mit 21 wieder begonnen. Die Berechnung geschah einfach in der Weise, dafs

aus der Anzahl der in 5 Minuten gesprochenen Zahlen die Summe der Silben ermittelt wurde. Referent hält diese Methode für unzuverlässig. Die Versuchsperson soll ziemlich schnell und doch deutlich sprechen. Dabei ist es garnicht zu umgehen, dafs sie in ganz unkontrollierbarer Weise bald mehr die Deutlichkeit, bald mehr die Schnelligkeit bevorzugt. Auch praktische Kontrollversuche haben den Referenten von der Unbrauchbarkeit der Methode überzeugt. Die Versuche — 57 Normal- und 58 Bromversuche —, gröfstenteils an Verfasser selbst vorgenommen, verteilen sich wie folgt: Wahlreaktionen 4 Versuche, Wortreaktionen 4, Wahl- und Wortreaktionen (abwechselnd) 2, Addieren 22, Zeitschätzungen 10, Auswendiglernen von Zahlen 14, von Silben 10, Zahlensprechen 6, Ergographversuche 18, Wahlreaktionen nach Marsch 9, Auswendiglernen von Silben bezw. Zahlen mit Störung (s. Original S. 493) 10 bezw. 6.

Die Hauptergebnisse sind: Eine Bromwirkung liefs sich nicht nachweisen bei dem mechanischen Assoziationsvorgang des Addierens, bei der zentralen Auslösung von Bewegungsvorgängen und bei dem Ablauf der Muskelbewegung, ebensowenig bei den zentralen motorischen Erregungen nach körperlicher Anstrengung. Deutlich erschwert ist das Auswendiglernen von Zahlenreihen; das Lernen von sinnlosen Silben wird hingegen durch Brom erleichtert. Doch stützt sich der letztere Satz nur auf etwas zweifelhafte Versuche an einer Person (vgl. S. 528). Sobald eine starke Erschwerung der Arbeit durch ablenkende Störungen vorausging, wurde die Leistung beim Lernen von Zahlen und Silben durch das Brom erhöht. Die Sprechgeschwindigkeit blieb im allgemeinen unbeeinflufst, beim Silbenlernen mit oder ohne voraufgehende Störung (? Ref. Vgl. S. 530, Z. 9 von unten, wo Verfasser sich vorsichtiger ausdrückt als in den Schlufssätzen) erwies sie sich beschleunigt. Verfasser deutet diese Versuche, namentlich die Störungsversuche, dahin, dafs das Brom gewisse mit Unlustgefühlen verbundene innere Hindernisse zu beseitigen vermag, welche durch ablenkende Einwirkungen, beim Silbenlernen schon durch die Schwierigkeit der Arbeit selbst, erzeugt werden.

Ziehen (Jena).

R. Greeff. **Der Bau der menschlichen Retina.** (*Augenärztliche Unterrichtstafeln*, herausgegeben von H. Magnus. Heft X.) 1 Tafel in Folio und 3 Tafeln in Oktav, mit 19 Seiten Text. Breslau. 1896. J. U. Kerns Verlag (Max Müller).

Auf der gröfseren Tafel sind die Ergebnisse der bisherigen Histologie (nach H. Müller und Max Schultze) denen der neueren Untersuchungsmethoden (Golgi und Ramon y Cajal) vergleichend einander gegenübergestellt; sie bildet daher ein beinahe unentbehrliches Anschauungsmittel für jeden, der im akademischen Vortrage genötigt ist, über den neueren Fortschritt der Neuronenlehre in Bezug auf die Netzhaut zu sprechen. Zwei der kleineren Tafeln bringen denselben Vergleich für die Macula lutea. Die dritte kleinere Tafel enthält die Darstellung einzelner Elemente (Stäbchen, Zapfen u. s. w.).

Es wäre wünschenswert, dafs bei einer neuen Auflage bei allen Figuren die Vergröfserung angegeben würde.

Der begleitende Text ist klar und übersichtlich geschrieben; er eignet sich zum Selbststudium, was besonders schätzenswert ist, weil wohl nur ein sehr kleiner Bruchteil der sich für den Gegenstand Interessierenden diese neueren Ergebnisse auf der Universität gehört und gesehen hat und auch nicht in der Lage ist, sich die betreffenden mikroskopischen Präparate anzufertigen. ARTHUR KÖNIG.

E. R. VON NARDROFF. **A New Apparatus for the Study of Color-phenomena.** *Phys. Rev.* Vol. III. p. 306—309. (1896.)

Eine Mischung verschiedenfarbiger Lichter zu physiologisch-optischen Demonstrationszwecken wird erzielt, indem bei einer Laterna magica, einem Skioptikon oder einem ähnlichen Apparat das System der Kondenser- und Projektionslinse ersetzt werden durch drei nebeneinanderliegende Systeme von solchen Linsen. In der Ebene, in der sich sonst das projizierte Bild befindet, ist hier ein Schirm angebracht, welcher drei runde Öffnungen enthält, von denen jede mit je einem der genannten Systeme koaxial ist. Aufserdem kann jede der drei Projektionslinsen mit einem verstellbaren AUBERTschen Viereck-Diaphragma mehr oder weniger oder auch ganz abgeblendet werden. Vor den drei erwähnten Öffnungen können farbige Gläser, Gelatinplatten, kleine Flüssigkeitströge u. s. w. angebracht werden. Sind dann die Axen der drei Systeme auf denselben Punkt des Projektionsschirmes gerichtet (was durch Verschiebbarkeit der drei Projektionslinsen in ihrer Ebene stets bewirkt werden kann), so entsteht ein erleuchtetes Feld, dessen Farbe aus der Mischung der drei Farbenkomponenten resultiert. Da man die Farben beliebig wählen und ihre Intensität vermittels der Diaphragmen in jedes beliebige Verhältnis bringen kann, so lassen sich alle möglichen Nüancen als Mischung erzielen.

Die gemischten Komponenten werden neben der Mischung sichtbar, wenn sich die Axen der drei Systeme nicht genau auf dem Projektionsschirme, sondern etwas vor oder hinter demselben schneiden.

Wegen weiterer Einzelheiten, insbesondere auch wegen der Verwendung des Apparates zu Demonstrationen von Kontrasterscheinungen, mufs auf das eine Reihe von Abbildungen enthaltende Original verwiesen werden. ARTHUR KÖNIG.

O. LUMMER und E. BRODHUN. **Verwendung des TALBOTschen Gesetzes in der Photometrie.** (Photometrische Untersuchungen VI.) *Zeitschr. f. Instrumentenkde.* 1896. S. 299—307.

Das TALBOTsche Gesetz, welches in der Fassung, die ihm HELMHOLTZ gegeben, lautet: „Wenn eine Stelle der Netzhaut von periodisch verändertem und regelmäfsig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird, und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, so entsteht ein kontinuierlicher Eindruck, der dem gleich ist, welcher entstehen würde, wenn das während einer jeden Periode eintreffende Licht gleichmäfsig über die ganze Dauer der Periode verteilt würde.“ Die

Gültigkeit dieses einfachen Gesetzes ist namentlich von Fick aus theoretischen Erwägungen und auf Grund von Messungen bestritten worden, die allerdings von Anderen für seine Gültigkeit in Anspruch genommen sind. Wenn auch die Abweichungen, die von den verschiedensten Beobachtern erhalten wurden, innerhalb der mittleren Fehler der früheren photometrischen Bestimmungen fielen, so konnte das Gesetz als streng erwiesen doch nicht gelten, weil diese mittleren Fehler selbst 3—8% betrugen. Unter Benutzung der neueren exakten photometrischen Methoden nahmen Lummer und Brodhun eine nochmalige Prüfung des Gesetzes vor und verwandten dabei einen sehr exakt gearbeiteten rotierenden Sektor, bei dem die möglichen Fehler höchstens ½% erreichten. Innerhalb der geprüften Grenzen, nämlich für eine Sektorweite zwischen 25° und 90°, erwiesen sich die Abweichungen von dem Gesetze kleiner als ½%, so dafs man das Gesetz in diesen Grenzen wohl als streng richtig annehmen mufs; bei sehr kleinen Sektorgröfsen dürfte freilich das an den Schneiden gebeugte Licht von Einflufs sein.

Da der rotierende Sektor vor den übrigen gebräuchlichen Vorrichtungen zur mefsbaren Veränderung der Helligkeit auf dem Photometerschirm sehr wesentliche Vorzüge hat — er läfst sich mit jeder Einstellvorrichtung kombinieren und an jeder beliebigen Stelle in den Gang der Strahlen bringen, er ändert die Natur des Lichtes nicht, so dafs man sich um dessen Polarisationszustand nicht zu kümmern braucht, er schwächt alle Lichtarten in der gleichen Weise und nach einem überaus einfachen Gesetz —, so haben L. und B. einen sehr exakten Apparat bauen lassen, an welchem eine kontinuierliche Veränderung der Sektorgröfse während der Rotation vorgenommen werden kann; derselbe wird in der physikalisch-technischen Reichsanstalt bei Lichtmessungen vielfach angewendet und funktioniert sehr gut.

B. Borchardt (Wilmersdorf-Berlin).

James E. Lough. **The Relations of Intensity to Duration of Stimulation in our Sensations of Light.** *Psych. Rev.* III. (5) S. 484—492. 1896.

Bei dieser Durchprüfung wurde wiederum das Talbot-Plateausche Gesetz in seiner allgemeinsten Form bestätigt gefunden, wonach Zeitdauer des sogenannten farblosen oder farbigen Reizes und resultierende Helligkeit proportional sind und die obere Grenze bestimmt, bei welcher hier keine Steigerung der Helligkeit mehr, also kurz gesprochen das Maximum der Netzhautwirkung stattfindet. Die für diesen Maximumeffekt gegebenen Zahlen zeigen, dafs mit gröfserer Intensität oder wahrscheinlich auch bei gröfserem Umfang des einwirkenden Reizes die Zeitdauer für das Eintreten dieses Maximumeffektes abnimmt: die Zahlen für diese Zeitdauer stimmen mit den bekannten von Brücke und Exner gegebenen gut überein; bis zu einer umfassenderen Feststellung der zuletzt besprochenen Verhältnisse des Maximaleffekts zeigen sie sich jedoch auch diesmal nicht fortgeführt. Die Bestimmung der Helligkeitsverhältnisse geschah durch Variierung der Öffnung einer rotierenden Scheibe bezw. eines fallenden Pendels und Konstanterhalten einer zweiten derartigen Öffnung und Variierung der Distanz der Lichtquelle gegenüber

zwei hinten den Öffnungen befindlichen, übereinander stehenden reflektierenden Schirmen bis zur Gleichheit, aufserdem wurde die Geschwindigkeit des Pendels durch Änderung der Fallhöhe variiert.

P. Mentz (Leipzig.)

W. H. R. Rivers und E. Kraepelin. **Über Ermüdung und Erholung.** *Psychol. Stud.*, herausgegeben von Kraepelin. Bd. 1. H. 4. S. 627—678. Leipzig 1896.

W. H. R. Rivers. **On Mental Fatigue and Recovery.** *Journ. of Ment. Science.* Bd. 42. S. 525—530. 1896.

Als Ermüdungsarbeit wurde das Addieren einstelliger Zahlen benutzt. Die Arbeitsdauer betrug an jedem Tage viermal eine halbe Stunde. Zwischen je zwei Arbeitszeiten lag eine Pause, welche sich in der ersten Versuchsreihe über eine halbe, in der zweiten hingegen über eine ganze Stunde erstreckte. Solche Versuchstage, welche als „lange Tage" bezeichnet werden, enthielt die erste Reihe 4, die zweite 3. Zwischen je zwei lange Tage wurden regelmäfsig „kurze Tage" eingeschaltet, an welchen überhaupt nur eine halbe Stunde gearbeitet wurde. Sie sollten die Berechnung der Übungs- und Ermüdungswirkungen ermöglichen.

In den Ergebnissen ist namentlich zunächst bemerkenswert, dafs in allen Versuchen die Anfangsgeschwindigkeit sehr grofs ist, dann aber rasch abnimmt, um später allmählich und unter Schwankungen wieder zuzunehmen. Die Verfasser nehmen an, dafs in dem speziellen Falle die Versuchsperson die Arbeit mit einer willkürlichen Anspannung ihrer Kräfte begann, welche sie auf die Dauer nicht festzuhalten vermochte, und bezeichnen diese kurz dauernde Steigerung der Arbeitsleistung als „Antrieb".

Um ein Mafs der Übungsfähigkeit zu gewinnen, schlagen die Verfasser folgendes Verfahren vor. Sie bilden alle überhaupt möglichen Differenzen zwischen den Anfangsleistungen aller Tage einer Reihe. In Anbetracht der Ungleichheit der Arbeitszeiten wird der Betrag jeder Differenz durch die Zahl der halben Arbeitsstunden dividiert. Dabei wird die erste halbe Stunde des bez. Zeitraums nicht mitgerechnet, da sie nur den Mafsstab für den Fortschritt abzugeben hatte, wohl aber die letzte. So ergiebt sich ein ganze Reihe von einzelnen Werten, welche den durchschnittlichen halbstündigen Übungszuwachs für alle möglichen Ausschnitte aus der ganzen Versuchszeit angeben. Aus ihnen wird ein Mittel gebildet und der weiteren Berechnung zu Grunde gelegt. Die Verfasser bezeichnen diese Gröfse schlechtweg als „täglichen Übungszuwachs" und meinen also damit stets denjenigen, welcher sich aus dem Vergleich der ersten halben Arbeitsstunden ergiebt und den Fortschritt pro halbe Arbeitsstunde angiebt. Mit Hülfe dieser Gröfse läfst sich nun leicht berechnen, welchen Gang die Arbeitsleistung in den einzelnen Arbeitsabschnitten genommen hätte, wenn keinerlei Ermüdung stattgefunden hätte. Die Differenz der berechneten und der wirklich gefundenen Werte giebt alsdann ein Mafs für die Gröfse der thatsächlichen Ermüdungswirkungen.

Für die erste RIVERSsche Reihe betrug der mittlere Übungszuwachs 49, für die zweite Reihe 21 Zahlen. Wurde obige Berechnung ausgeführt, so ergab sich wider Erwarten (der Verff.), dafs die wirklich gefundenen Zahlen grö fser waren als die berechneten. Es rührt dies offenbar, wie auch die Verfasser angeben, daher, dafs bei obiger Berechnung der Übungsverlust von einem Tage zum nächsten nicht in Rechnung gezogen ist. Die Differenzen der Anfangsleistungen der aufeinander folgenden Tage gaben eben nur den Rest von Übung an, welcher nach 24 Stunden noch erhalten ist. Referent schliefst daraus einfach, dafs obige Berechnung falsch ist. Die Verfasser glauben, den Übungsverlust dadurch schätzen zu können, dafs sie die Endleistung der ersten und die Anfangsleistung der zweiten Reihe vergleichen, müssen dabei aber infolge zweier Versuchstage mit schlechter Disposition die falsche Zahl des täglichen Übungszuwachses zu Hülfe nehmen, um zu berechnen, wie die Endleistung bei gleichbleibender Disposition ausgefallen wäre. Aufserdem wird bei dieser Rechnung der Übungszuwachs des letzten Tages nicht richtig berücksichtigt. Endlich bemerken die Verfasser selbst, dafs der Übungsverlust sich nicht mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit vollzieht. Wenn daher auch Referent der neuen Berechnungsweise für den speziell von den Verfassern angegebenen Zweck — Gewinnung eines Mafses für Übungsfähigkeit und Ermüdungswirkungen — keine Zuverlässigkeit zugestehen kann, so dürfte sie doch bei der Feststellung der Wirkung gewisser Medikamente etc. sich besser bewähren. Eine solche Anwendung hat ASCHAFFENBURG bereits versucht (*Psychol. Stud.* Bd. 1. H. 4. S. 608). Nach der Berechnung der Verfasser würde der Übungsverlust pro Tag mehr als 112 Zahlen betragen. Auch die abweichende Berechnung S. 649 ff. ist nicht einwandfrei, ergiebt aber wie die erste genugsam Anregung zu weiteren Fragestellungen und Versuchen.

Als wichtigstes Ergebnis der Arbeit bezeichnen die Verfasser die Thatsache, dafs für einen erwachsenen, leistungsfähigen Mann bei halbstündigen Arbeitsabschnitten Ruhepausen von der gleichen und sogar doppelten Länge sehr bald nicht mehr genügen, um die Ermüdungswirkungen vollständig zu verwischen. Die flüchtige Herabsetzung der geistigen Leistungsfähigkeit, welche schon durch eine kurze Ruhe beseitigt wird, bezeichnen sie als Ermüdung und fassen sie als die Folge einer Vergiftung durch Zerfallstoffe auf. In der dauernden Abnahme der Arbeitskraft hingegen, wie sie beim Gehirn nur durch Schlaf und Nahrungsaufnahme, beim Muskel durch die letztere in Verbindung mit Ruhe ausgeglichen wird, erblicken sie „die ersten Anfänge der Erschöpfung, die Zeichen eines fortschreitenden Einschmelzens unseres Kraftvorrates ohne hinreichenden Ersatz.“

Aus den Versuchen ergiebt sich ferner folgende schärfere Charakteristik bestimmter psychischer Zustände:

1. Geistige Frische: ausgeprägter Antrieb, rasche Entwickelung der Anregung, mittlere Höhe der Arbeitsleistung und der Fehler. Nach halbstündiger Arbeit ein Sinken der Leistung; regelmäfsiger Schlufsantrieb.

2. Herabgesetzte Anregbarkeit: geringe, aber allmählich zunehmende Leistung, schwacher Antrieb, verzögerte Anregung, spätes Erreichen der höchsten Leistung, kein Sinken nach halbstündiger Arbeit, Schlufsantrieb, geringe Fehlerzahl.

3. Herabgesetzte Aufmerksamkeit: ziemlich geringe Leistung, Antrieb vorhanden, Anregung verspätet, kein Schlufsantrieb, Zunahme der Fehler, insbesondere der Denkfehler, Übersehen zahlreicher Schreibfehler.

4. Ermüdung: geringe, sich noch immer verschlechternde Leistung, Antrieb vorhanden, Anregungswirkungen verspätet, Schlufsantrieb oft fehlend, Höhe der Leistung näher dem Anfange, Abnahme der Fehler.

5. Ungeduld oder Langeweile: Leistung von mittlerer Höhe, kein Antrieb, höchstens hie und da am Schlusse, Zunahme der Schreibfehler, die meist verbessert wurden, wenige Denkfehler.

Endlich sei erwähnt, dafs allenthalben die Übungsfähigkeit von der Leistungsfähigkeit nicht abhängig ist. Ziehen (Jena).

S. de Sanctis. **I sogni nei delinquenti.** *Arch. di Psichiatria, Scienze pen. ad Antropol. crim.* XVII. 5. 1896.

Lombroso, Ferri u. A. haben geradezu entgegengesetzte Angaben über das Traumleben der Verbrecher gemacht. Verfasser verfügt über Beobachtungen an 125 Verbrechern. Meist handelte es sich um Mord, Totschlag, Raub. Er findet, wie bereits Despine angegeben, dafs der Schlaf sowohl nach dem Verbrechen wie auch späterhin tief und ruhig ist. Nur bei einer Minderzahl ist das Traumleben gesteigert. Gerade bei den schwersten Verbrechern ist das Traumleben auffällig arm. Im Zuchthaus nehmen die Träume an Häufigkeit zu. Besondere Affekterregungen sind mit den Träumen der Verbrecher nicht verbunden. Das Verbrechen selbst wurde nur in 22 Fällen im Traume reproduziert, und zwar 11 mal ohne beträchtliche affektive Erregung. Verfasser glaubt annehmen zu können, dafs die Reduktion des Traumlebens bei der Mehrzahl der Verbrecher damit zusammenhängt, dafs die meisten „veri imbecilli nel sentimento e in parte anche nella intelligenza“, also affektiv- und zum Teil auch intellektuell-schwachsinnig sind. Ziehen (Jena).

Sante de Sanctis. **I sogni e il sonno nell' isterismo e nella epilessia.** *Roma.* Soc. Ed. Dante Alighieri. 1896. 217 S.

Verfasser hat Beobachtungen über die Träume Hysterischer und Epileptischer angestellt. 98 Fälle von Hysterie und 91 Fälle von Epilepsie wurden verwertet. Über 50 Fälle wird etwas genauer berichtet. Die Schlaftiefe war bei den Hysterischen auffällig oft gering, namentlich bei kurz erkrankten, jugendlichen Individuen. Somnambulismus war nicht auffllig häufig: anamnestisch wurde er bei 6 Hysterischen und 4 Epileptischen beobachtet, wirklich beobachtet nur bei einer Hysterischen. Somniloquium (Schlafsprechen) fand sich bei 21 Hysterischen und 7 Epileptischen. Sehr häufig kam nächtliches Aufschrecken vor. Hypnagogische Sinnestäuschungen waren bei der Hysterie erheblich häufiger ($^2/_3$ aller Fälle) als bei der Epilepsie. Hypnagogische Geschmacks- und Geruchstäuschungen wurden niemals, hypnagogische Visionen am

häufigsten beobachtet. Die visionären Gestalten ähneln bei den Epileptischen in der Lebhaftigkeit der Farben und dem raschen Durcheilen des Gesichtsfeldes den echten Visionen, welche den Anfall nicht selten einleiten. Incubus, im engeren Sinne von MACARIO, CHASLIN u. A., wurde in 6 Fällen schwerer Hysterie und 17—18 Fällen von Epilepsie beobachtet (niemals bei alten Epileptikern, besonders häufig bei Petit mal). Insomnie fand sich habituell bei 3, periodisch bei 7 Hysterischen; periodische Insomnie kam ferner namentlich bei denjenigen Epileptikern vor, welche sonst tief zu schlafen pflegten. Träume sind bei der Hysterie erheblich häufiger als bei der Epilepsie. In höherem Alter, bei längerer Dauer der Krankheit und bei geringer Intelligenz sind die Träume seltener. Bei dem Epileptiker handelt es sich meist um kurze, abgerissene Traumbilder, bei den Hysterischen um zusammenhängende dramatische oder romanhafte Erlebnisse. Besonders häufig sind bei den Hysterischen „makrozooskopische" Traumbilder. Referent hat sie übrigens auch bei Epileptikern erheblich häufiger als Verfasser beobachtet.

Bei 6 Hysterischen führten die Träume zu vorübergehenden Wahnvorstellungen des wachen Lebens. In 3 Fällen schlofs sich an den Traum ein Anfall an. Bei der Epilepsie führen die Traumhalluzinationen oft zu nächtlichen Anfällen. Häufung schwerer Anfälle am Tage bedingt bei beiden Neurosen öfters sogar eine Abnahme der Träume. Ob vor und nach Anfällen Schlaf und Traumleben eine gesetzmäfsige Veränderung erfahren, ist nach Verfassers Beobachtungen sehr zweifelhaft. Bei der Hysterie wird die Stimmung am folgenden Tage durch die Träume auffällig oft beeinflufst. Das Gedächtnis für Träume nimmt bei dem Gesunden nach den Beobachtungen von S. mit dem Alter zunächst zu und in höherem Alter wieder ab. Auffällig gut ist das Traumgedächtnis bei leichter Hysterie, besonders schwach bei inveterierter Epilepsie.

Im Schlufskapitel sucht Verfasser nachzuweisen, dafs das geschilderte Verhalten des Schlaflebens für beide Neurosen spezifisch ist, ein „Traumstigma" darstellt. ZIEHEN (Jena).

LOUIS GRANT WHITEHEAD. **A Study of Visual and Aural Memory Processes.** *Psychol. Rev.*, III, 3. S. 258—269. 1896.

Als Mafs bei diesen Gedächtnisversuchen mit sinnlosen Silben wurden sowohl die Anzahl der Wiederholungen als auch die Gesamtzeit des Lernens angewandt, jedoch konnte ein exakter Vergleich der Ergebnisse beider Arten Mafse wegen der Verschiedenheit der Zwischenzeit nicht angestellt werden, da die Gehörsaufnahme bei deutlicher Aussprache schneller erfolgt als die Gesichtsaufnahme. Doch liefse sich dies in Zukunft durch langsameres Sprechen und auch durch die vom Verfasser vorgeschlagene Zuhülfenahme eines exponierenden Diaphragmas doch vermeiden. Da der motorische Faktor als Neigung zum Aussprechen mitwirkte, ist der hier stattfindende Vergleich der Verhältnisse des Lernens und Güte des Behaltens bei Gesichtsaufnahme und der Gehörsaufnahme der Silben auch richtiger als solcher zwischen Gesichts- und

zugleich zum Teil motorischer Aufnahme zu betrachten. Abweichend waren von den bisherigen Verfahren: die geringere Metronomgeschwindigkeit bei Aufnahme und Reproduktion, die namentlich für erstere als mehr zusagend, für die letztere aber von den verschiedenen Reagenten als verschieden zusagend befunden wurde; statt Anwendung eines bestimmten subjektiven Rhythmus Zwangslosigkeit je nach Neigung des betreffenden Reagenten, was angeblich reinere Ergebnisse, wenn auch gröfsere Schwierigkeit bringt; Hersagen erst, wenn die Reagenten sich sicher fühlten, was indessen nicht immer mit dem wirklichen Können zusammenfällt, also mehr Ergänzung als absolut gültige Grundlage bietet. Trotz der gröfseren Schnelligkeit des Auffassens durch Gehör lernten nun zehn Reagenten schneller und behielten besser bei Gesichtsaufnahme, nur zwei bei Gehöraufnahme, während einer zweifelhaft blieb, ein Ergebnis, das wohl nicht ganz zureichend der gröfseren Uebung durch das Leben für Gesichtsaufnahme namentlich beim Lernen Wort für Wort zugeschrieben wird. Bei Vergleich von Gehörsaufnahme und Wiederholung des Erlernens in der gleichen Weise nach einer Woche Zwischenzeit und Gesichtsaufnahme und Wiederholung des Erlernens wiederum durch dieselbe zeigte sich, dafs im ersteren Falle 8% Wiederholungen weniger notwendig waren, als im zweiten, wobei man aber wieder das schnellere Erfassen bei Gehörsaufnahme in Betracht ziehen mufs, daher denn dies Ergebnis entweder zweifelhaft oder nur ein spezieller Fall des besseren Behaltens bei gröfserer Zahl von Wiederholungen, bezw. ausgesetzter gröfserer Zwischenzeit ist. Bei Wiederaufnehmen durch den Gesichtssinn statt Gehörssinn und umgekehrt nach Verlauf einer Woche nach stattgefundenem erfolgreichem Lernen zeigt die stattfindende Ersparnis an Zeit und Wiederholungen, dafs eine Koordination zwischen Gesichts- und Gehörsreiz stattgefunden haben mufs, wobei man den beiden gemeinsamen motorischen Faktor als möglichen Weg nicht vergessen darf, vor allem, wenn zuerst Gehörsaufnahme stattfand. Die Ergebnisse für beide Möglichkeiten zusammengerechnet, was hier eigentlich nicht sein sollte, waren 26% Ersparnis an Wiederholungen.

P. Mentz (Leipzig).

P. Xilliez. **La continuité dans la mémoire immédiate des chiffres et des nombres en série auditive.** *Année psychol.* II. S. 193—200. 1896.

Bei einer in das Gedächtnis aufzunehmenden Zahlenreihe (z. B. 735961) hat man aufser den einzelnen Zahlen noch ihre Differenzen (7—3 = 4; 3—5 = 2; 5—9 = 4 etc.) zu beachten. Verfasser liefs Versuchspersonen vorgesprochene Zahlenreihen sofort wiederholen und verglich die Summe der Differenzen der vorgesprochenen Reihen mit derjenigen der nachgesprochenen. Es ergab sich, dafs eine deutlich merkbare Tendenz besteht, die Differenzen beim Nachsprechen zu verkleinern. Diese Tendenz ist bei Kindern gröfser als bei Erwachsenen.

Schumann (Berlin).

JOHN DEWEY. **The Reflex Arc Concept in Psychology**. *Psych. Rev.* III. (4). S. 357—370. 1896.

Verfasser will den Begriff des „Reflexbogens“, der aus Reiz, Empfindung, Vorstellung (zentralem Vorgang) und Bewegung besteht, durch den der „Koordination“ ersetzen. Er weist darauf hin, dafs alle Teile des Vorgangs physiologisch betrachtet in gleicher Weise Bewegung, psychologisch betrachtet in gleicher Weise Empfindung sind. In denjenigen Fällen, wo, wie beim Gehen, den Augenbewegungen etc., die Empfindungskoordination gleichmäfsig organisch gefestigt ist, wird der Unterschied denn auch garnicht gemacht. Wo aber die Koordination verschiedene mögliche Richtungen vorfindet, ist das anders. Ein leuchtendes Objekt, welches ein Kind sieht, kann brennende Flamme, unschädliches Spielzeug oder nährende Milch sein. In den verschiedenen Fällen fordert es verschiedene Ergänzungen. Das unvollständige Anfangsglied wird dann als Empfindung, das geforderte Endglied — Muskel-, Berührungs- etc. Empfindungen — als Bewegung interpretiert. Der Wert dieser Begriffsänderung soll sich in den Anwendungen zeigen, die Verfasser aber noch nicht giebt, sondern für eine künftige Gelegenheit verspart. — Ich glaube kaum, dafs deutsche Psychologen den Begriff „Reflexbogen“ anwenden, ohne das Bewufstsein einer bequemen, aber unkorrekten Abkürzung zu haben. Man weifs, dafs man damit einen physiologischen Begriff verwendet. Die Hauptschwierigkeit, die Vermittelung zwischen der primären Empfindung und der ausgelösten Bewegungsempfindung, wird natürlich durch das Wort „Koordination“ keineswegs gelöst. Was Verfasser noch mit diesem Begriff leisten wird, mufs man abwarten.

J. COHN (Berlin).

A. BINET und J. COURTIER. **Recherches graphiques sur la musique**. *L'Année Psychol.* II. S. 601—222. 1896.

Der Inhalt dieser Abhandlung besteht im wesentlichen aus der Beschreibung eines Apparates zur graphischen Aufnahme der „mechanischen Arbeit der Finger auf den Tasten“ eines Klaviers bei mehr oder weniger geübten Klavierspielern, und aus der Mitteilung einiger vorläufiger Resultate. Der Apparat ist einfach und sinnreich, aber mehr zur Demonstration geeignet, als zu genaueren Untersuchungen von wissenschaftlichem Wert. Ein langer Schlauch liegt unter den Tasten des Klaviers in passender Entfernung. Er wird beim Niederschlagen von den Tasten getroffen und eine Luftwelle pflanzt sich auf den bekannten Tambur fort, dessen Registrierhebel mit Tinte auf einer Rolle von fortlaufendem Papier die Stofskurven aufschreibt. Mit Recht achteten die Verfasser darauf, dafs an der Konstruktion des Klaviers nichts Wesentliches geändert wurde, jeder Spieler würde sich durch eine ungewöhnliche Bewegung der Tasten gestört fühlen. Folgende Anforderungen mufste der Apparat erfüllen: Zwei gleiche Noten mufsten immer die gleiche Kurvenerhebung ergeben, und die Höhe der Kurve mufste sich der Stärke des Anschlags proportional verändern, ein Akkord von zwei gleichbetonten

Noten mufste die doppelte Kurvenhöhe geben wie eine, die schwarzen und weifsen Tasten mufsten trotz ihrer verschiedenen Hebellänge die gleiche Kurvenhöhe geben, wenn mit gleicher Kraft angeschlagen. Für die Kontrolle aller dieser und noch einiger anderer mehr nebensächlicher Anforderungen verschafften sich nun die Verfasser keinerlei ausreichende objektive Garantie, wie sie nur durch mechanische Herbeiführung des Niederschlags der Tasten und nicht etwa bei freiem Spiel eines geübten Spielers möglich war. Das macht nun gerade die Verwendung des Apparates zu pädagogischen Zwecken sehr bedenklich, denn dafür ist es unerläfslich, dafs man jede Ungleichheit der Kurve als Ungleichmäfsigkeit des Spieles deuten darf.

Was vermag der Apparat in der Kurve sichtbar zu machen? Die Verfasser meinen: die Kraft des Anschlags (Betonung der Note) und die Zeitverhältnisse des Spiels. Was das erstere betrifft, so hoben wir schon hervor, dafs eine zuverlässige Kontrolle der Proportionalität zwischen Kraft und Kurvenhöhe fehlt; man sieht aus den mitgeteilten Figuren, wie wenig Proportionalität beider Faktoren vorhanden war. Ganz sinnreich ist eine Vorrichtung, welche das Schleudern des Hebels verhindern soll. Eine kleine Kreisscheibe mit verschieden weiten Öffnungen kann in die Schlauchbahn eingeschoben werden, und man probiert diejenige Öffnung aus, bei welcher durch Abschwächung der Luftwelle Schleuderung des Hebels unterbleibt.

Was die Messung der Zeitverhältnisse der Tastenbewegung betrifft, so ist der Apparat ganz ungenügend. Die Erhebungen liegen viel zu dicht, als dafs sich eine genauere Analyse der rhythmischen Zeiten ausführen liefse. Ürigens hatten die Verfasser dabei einen technischen Fehler zu vermeiden. Wäre nämlich der Schlauch nur nach einer Seite abgeleitet worden, so hätten die Luftwellen des der Ableitung entgegengesetzten Endes eine Verspätung erlitten. Diese glauben die Verfasser dadurch aufzuheben, dafs sie den Schlauch von beiden Seiten her auf den Tambur führen. Der Fehler ist freilich dadurch nicht vermieden, sondern nur vermindert; denn immer wird diejenige Stofswelle, welche den kürzeren Weg hat, den Hebel zum Emporschnellen bringen.

Zuletzt teilen die Verfasser eine Anzahl Resultate mit. Sie beziehen sich leider fast gar nicht auf die psychologische Analyse der rhythmischen Vorgänge, sondern auf technische Einzelheiten des Klavierspiels, wie das Legatospielen, den Übergang über den Daumen, die Trillergeschwindigkeit u. s. w., dabei erstaunen die Verfasser über Resultate, die aus den Untersuchungen von Helmholtz, Preyer und Külpe (*Philos. Stud.* VI. u. VII.) bekannt sind. Einige Einzelheiten, wie die Wiedergabe des Crescendo und Decrescendo, mufs ich auf Grund eigener Versuche für ganz ungenügend erklären. Sollen Versuche wie die vorliegenden zur Analyse rhythmisierter Bewegungen brauchbar sein, so müssen sie mindestens die drei charakteristischen Bewegungszeiten: Schnelligkeit des Niederschlagens der Taste, Dauer der Tastenberührung und Geschwindigkeit der Aufwärtsbewegung erkennen lassen. Das ist aber aus den Kurven der Verfasser nicht zu ersehen. Ein grofser Mangel der Versuchstechnik ist ferner der, dafs sich die

einzelne Note nicht mit Zuverlässigkeit aus der Kurve ersehen läfst, sie mufs immer durch Abzählen von links nach rechts festgestellt werden. Eine zufällig ausgelassene Note macht also unter Umständen die ganze Kurve unsicher. Es sei mir endlich gestattet, zu erwähnen, dafs die Versuche der Verfasser sich derart mit meinen eigenen, sowohl den veröffentlichten, wie den nicht veröffentlichten begegnen, dafs ein Wunsch, meine Versuche, die den Verfassern bekannt sind (vergl. *L'année psychol.* 1895. S. 368 ff.), erwähnt zu sehen, vielleicht nicht ganz unberechtigt ist, zumal da die Verfasser (S. 201) bemüht sind, ihre Priorität zu beweisen. Speziell die Idee der Verfasser, die Genauigkeit der Notenschrift zu kontrollieren, bezw. derselben nachzuhelfen, die Analyse der Rhythmuskurven, die Kontrolle der Schreibhebel mit dem Crescendo und Decrescendo sind von dem Referenten schon seit einigen Jahren ausgeführt worden. MEUMANN (Leipzig).

C. WERNICKE. **Grundrifs der Psychiatrie in klinischen Vorlesungen.** Teil II. Leipzig, G. Thieme. 1896. S. 81—178.

Der zweite Teil des Grundrisses behandelt in neun Vorlesungen die „paranoischen Zustände". Als solche bezeichnet W. nach Ausscheidung aller Defektzustände alle diejenigen psychopathischen Zustände, welchen bei wohl erhaltener Bewufstseinsthätigkeit das gemeinsame Merkmal einer krankhaften Veränderung des Bewufstseinsinhalts zukommt. Diese inhaltliche Bewufstseinsfälschung ist entweder residuär (nach abgelaufener Psychose) oder Ausdruck einer chronisch progressiv verlaufenden Geisteskrankheit. Die Bewufstseinsfälschung ist „autopsychisch", wenn sie die Persönlichkeit, „allopsychisch", wenn sie die Aufsenwelt, und „somatopsychisch". wenn sie die Körperlichkeit betrifft. Die residuären Fälle bezeichnet W. als „chronische residuäre Geistesstörung", die noch im Ablauf befindlichen Fälle als „eigentliche chronische Psychose", und zwar als Autopsychose, Allopsychose, Somatopsychose, kombinierte Autallopsychose u. s. f., je nach dem die Bewufstseinsfälschung auto-, allo-, somatopsychisch, zugleich auto- und allopsychisch ist u. s. f. Umfafst die Bewufstseinsfälschung alle drei Bewufstseinsgebiete, so schlägt W. vor, von „totaler Psychose" zu sprechen.

Eine besondere Bedeutung mifst W., nicht nur bei den paranoischen Zuständen, sondern bei allen Geisteskrankheiten, einem Vorgang zu, den er als Sejunktion bezeichnet. Er versteht darunter die Loslösung einzelner Vorstellungskomplexe aus dem durchgängigen Zusammenhang der Vorstellungen, welcher in der Einheit des Ichs gegeben ist. Diese Loslösung beruht auf dem Ausfall bestimmter Assoziationsleistungen. In ihr erblickt W. das eigentliche Wesen der akuten Geistesstörungen. Von dem Umfang der Sejunktion hängt der Ausgang in sekundäre Demenz ab. Auch die Halluzinationen beruhen oft auf einer solchen Sejunktion. W. vermutet, dafs durch die Sejunktion eine „Rückstauung" der Nervenenergie (infolge Störung des Abflusses) in den Sinneszentren zu stande kommt, und dafs diese Rückstauung zu Reizsymptomen, also Halluzi-

nationen, führt. Bei den Zwangsvorstellungen liegt ein Reizvorgang bei erhaltener Kontinuität, bei den autochthonen Ideen ein Reizvorgang bei partiell gelöster Kontinuität vor. Bei den autochthonen Ideen findet die Sejunktion innerhalb der Vorstellungsreihe selbst statt, bei den Halluzinationen auf der Bahn, welche die Sinnessphäre mit der Ausgangsvorstellung verknüpft. Beide sind also innerlich verwandt.

Ganz besonders möchte Referent im Folgenden auf die Erörterung der akustischen Sprachhalluzinationen (Phoneme) hinweisen (S. 125 ff.), ferner auf die Besprechung der speziellen Entstehung der Beziehungswahnvorstellungen (S. 130 ff.), des retrospektiven Erklärungs- und Beziehungswahnes, der Erinnerungsfälschungen (S. 138 ff.). Als negative Modifikation der letzteren beschreibt W. das Auftreten zirkumskripter Gedächtnislücken, ohne dafs eine Trübung des Sensoriums oder ein Verlust der Merkfähigkeit zur Zeit des in Frage kommenden Erlebnisses bestanden hätte. Die Erklärungswahnvorstellungen stellt W. als normale Äufserungen der Bewufstseinsthätigkeit den vorher genannten direkt psychotischen Symptomen gegenüber. Die überwertigen Ideen werden in der bereits aus früheren Veröffentlichungen bekannten Weise besprochen.

Auf eine Einteilung und eine vollständige Aufzählung der paranoischen Zustande verzichtet W. vorläufig und beschränkt sich darauf, zunächst vier Verlaufstypen etwas genauer darzustellen. Referent wird, wenn die folgenden Teile des Grundrisses vorliegen, auf die psychologisch besonders interessanten Lehren des Verfassers ausführlicher zurückkommen. Ziehen (Jena).

L. Löwenfeld. **Lehrbuch der gesamten Psychotherapie etc.** Wiesbaden Verlag von J. F. Bergmann. 1897. (264 S.)

H. Stadelmann. **Der Psychotherapeut.** Würzburg, Verlag der Stahelschen K. B. Hof- und Universitätsbuch- und Kunsthandlung. 1896. (230 S.)

Wenn Strümpell mit seiner Ansicht Recht hat, dafs „die Zahl der durch primär psychische Vorgänge entstandenen, scheinbar rein körperlichen Erkrankungen mindestens ebenso grofs ist als die Zahl der wirklich rein körperlichen Krankheitszustände“, so bedürfen Bücher wie die beiden vorliegenden gewifs keiner besonderen Rechtfertigung, ja im Gegenteil, die Dürftigkeit unserer Litteratur über psychische Therapie, wie sie wenigstens bis vor kurzem herrschte, mufs beinahe befremdend erscheinen. Freilich sind gleichzeitig die Gründe dafür nicht schwer zu finden. Solange der mächtige Aufschwung der Naturwissenschaften während der letzten Dezennien Forscher und Arzt im Bann hielt und der Mensch nur als komplizierte Maschine galt, deren Bau und Getriebe sich rein mechanisch erklären lasse, solange konnten auch therapeutische Bestrebungen, denen anscheinend jede exakte Grundlage abging, keinen Anklang finden. Jetzt, in einer Zeit, wo sich ein Umschwung langsam bemerkbar macht, wo die Psychologie nicht länger ein Stiefkind bleiben, sondern sich der Physiologie als ebenbürtiger Forschungszweig zur Seite stellen will, da weht auch durch die Therapie ein frischer neuer Zug, und man beginnt auch hier, dem Einflufs geistiger

Phänomene auf körperliche Vorgänge erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Nicht, daſs heutzutage Bücher über psychische Therapie geschrieben werden, ist so bemerkenswert, sondern, daſs man sie wirklich fordert und liest; denn vereinzelte Schriften dieser Gattung gab es auch früher, aber sie fanden keine Beachtung.

Psychische Behandlung existiert so lange, wie es Krankheiten giebt. Sie hat eine so auſserordentlich groſse Rolle gespielt zu allen Zeiten und bei allen Völkern, im grauen Altertum und in den jüngsten Tagen, bei den Wilden Afrikas und den Kulturmenschen Europas, daſs sich die bescheidene Stellung, die sie immer noch unter den medizinischen Lehrfächern der Hochschule einnimmt, kaum länger rechtfertigen läſst. Zwar spricht man viel vom Individualisieren, aber es ist meist nur eine dunkle Vorstellung, die der junge Arzt davon in die Praxis mitnimmt, und sie läuft bei manchem auf nicht mehr hinaus als auf Berücksichtigung der körperlichen Konstitution bei der Anwendung von Arzneimitteln. Die Lehre: nicht der kranke Körper, sondern der kranke Mensch sei Gegenstand der Behandlung — ist gut und schön, aber mit ihr ist so lange nicht gedient, als sie nicht zugleich das Wo und Wie erklärt. Das Wenige, was der Student vielleicht im Kurs für Nervenkrankheiten oder in der psychiatrischen Klinik über seelische Therapie erfährt, reicht höchstens aus, um ihn einen kleinen Einblick in die Gewalt des Geistes über den Körper thun zu lassen. Wie mächtig diese indessen ist, wie zahlreich die Erkrankungen sind, selbst die scheinbar rein körperlichen, bei denen suggestive Einwirkung mehr ausrichtet als physikalisch und chemisch wirkende Mittel, das weiſs jeder Praktiker, selbst wenn er nicht gerade Nerven- oder Irrenarzt ist.

Man stützt sich gern auf den Einwand, psychische Behandlung könne nicht gelehrt werden, weil sie auf angeborener, nicht erworbener Fähigkeit beruhe. Aber diese Anschauung ist doch nur zum Teil richtig. Gewiſs, — wer es nicht fühlt, der wird es nicht erjagen; indessen das Taktgefühl ist ein unsicherer Führer und gerät leicht selbst auf falsche Bahnen. Wir sind eben zu sehr gewohnt, unsere eigene Art des Empfindens unwillkürlich auch auf andere zu übertragen, und vergessen, daſs ein krankhaft affizierter Seelenzustand anders reagiert als ein gesunder. Die Gabe psychologischer Beurteilung fällt uns nicht mühelos in den Schooſs; auch das Geistesleben in gesunden und kranken Tagen hat seine Gesetze, die erlernt werden müssen. Lehrt uns nicht schon die Geschichte der Psychiatrie deutlich genug, wie manche Fehler in der seelischen Behandlung der Geisteskranken gemacht worden sind? Und steht nicht der Anfänger so häufig nervösen und hysterischen Zuständen machtlos gegenüber, weil er sie nicht psychologisch zu begreifen und noch weniger nachzuempfinden vermag? Was nützt ihm hier sein noch so guter Wille und sein noch so lebhaft entwickeltes Taktgefühl?

Aus diesen Gründen sind Schriften wie die beiden hier vorliegenden von Wert. Sie zeigen dem Arzt, was er bei richtiger Fachkenntnis zu leisten vermag, sie erweitern den Kreis seiner Anschauungen und geben ihm Hülfsmittel in die Hand, die wirksam und unschädlich

sind, zwei Eigenschaften, die man manch anderem Mittel nicht nachsagen kann.

Das Buch von Löwenfeld ist unter den beiden das umfassendere, es enthält „die erste Darstellung des ganzen Gebietes der Psychotherapie.“ Von der Reichhaltigkeit seines Inhaltes möge die Einteilung Zeugnis ablegen: 1. Geschichtliches; gegenwärtiger Stand der Psychotherapie, 2. die Hauptthatsachen der medizinischen Psychologie, 3. die Psyche des Kranken, 4. allgemeine Psychotherapie (a. psychische Behandlung im weiteren Sinn, b. besondere psychotherapeutische Verfahren: psychische Gymnastik, Suggestivbehandlung, die Breuer-Freudsche kathartische Methode, Emotionstherapie, Wunder-, Glaubens- und Gebetkuren), 5. spezielle Psychotherapie (mit zahlreichen Unterabschnitten).

Die Suggestivbehandlung, speziell die Hypnose, der hier also nur ein verhältnismäfsig kleiner Abschnitt gewidmet ist, nimmt in dem Stadelmannschen Buch den Hauptteil ein. Eine Kasuistik von 87 Krankengeschichten illustriert die Wirksamkeit der Methode. Bei aller Vortrefflichkeit des Buches sollen einige kleine Bedenken nicht verschwiegen werden. In Fall 86 scheint es sich mir nicht um epileptisches, sondern hysterisches Irresein zu handeln. Fall 35 schildert den Schwund von Krebsknötchen in der Brust durch hypnotische Beeinflussung. Verfasser sagt selbst, er enthalte sich absichtlich einer weiteren Kritik dieses Falles. Ich würde ihn überhaupt nicht mitgeteilt haben. Die Hypnose ist immer noch eine Behandlungsweise, die sich keineswegs des ungeteilten Wohlwollens von seiten der Fachgenossen erfreut; man soll deshalb alles vermeiden, was geeignet ist, den Gegnern Waffen in die Hand zu liefern.

Beide Bücher sind klar und leicht verständlich geschrieben. Möge ihnen der Erfolg nicht ausbleiben! Scholz (Bonn).

Rudolf Arndt. **Biologische Studien. II. Artung und Entartung.** Greifswald. Verlag von Julius Abel. 1895. (S. 312).

Ehedem wiegten sich die meisten Menschen in dem tröstlichen Bewufstsein. sich einer guten Gesundheit zu erfreuen, und man war geneigt, in der Natur das Streben nach Vervollkommnung als das Herrschende anzunehmen, so dafs in diesem Sinne jedes Talent freudig begrüfst und das Genie als ein besonders edles Reis an dem Baume der Menschheit angesehen wurde; wer aber das Buch Arndts gelesen hat, mufs diese Anschauungen als unrichtig bezeichnen, denn nach Arndt ist eigentlich kein Mensch ganz gesund, und das Genie ist keineswegs ein veredeltes Reis, sondern vielmehr ein Zeichen der Entartung.

In eingehender Weise — eine grofse Fülle interessanter Details bietend — schildert Arndt die Artung und Entartung im Pflanzen- und Tierreich. Als ein sehr wichtiges Moment für dieselbe spricht er neben der Vererbung den Einflufs der äufseren Verhältnisse an. Sicherlich nicht mit Unrecht. Ernährung, Klima, Bodenbeschaffenheit, Luft etc. sind nicht ohne Einflufs auf das Wachsen und Gedeihen des Organismus und damit auch auf die Entwickelung seiner Nachkommenschaft.

Ist der Organismus nicht im stande, sich den Verhältnissen anzupassen und, wenn erforderlich, den äufseren Einflüssen den nötigen Widerstand entgegenzusetzen, so entartet er. Die Entartung ist somit ein Zeichen von Schwäche, und da diese von Geschlecht zu Geschlecht zunimmt, so stirbt er, wofern keine Regeneration eintritt, aus.

Der Weg, den die Degeneration einschlägt, ist durch das Pflügersche Zuckungsgesetz vom ermüdeten und absterbenden Nerven gegeben. Zuerst tritt ein Stadium erhöhten Kraftgefühls und vermehrter Leistungsfähigkeit auf — hierhin wäre das Talent und das Genie zu rechnen — dann folgt das Stadium der Atrophie und Aplasie, in welchem die im ersten Stadium schon angedeuteten Schwächen sich steigern, während die Fähigkeiten abnehmen, und diesem Stadium folgt der Tod.

Dem Fachmann und bis zu einem gewissen Grade dem Laien ist die Degeneration kenntlich durch ihre Zeichen oder Stigmata, die morphologischer und physiologischer Art sind. Sie finden sich im Pflanzen- und Tierreich ebensowohl wie beim Menschen.

Die Zahl der Stigmata ist Legion. Die morphologischen sind die auffälligeren, weil sie als Formveränderungen mehr in Erscheinung treten, während die physiologischen die wichtigeren sind.

Zu den morphologischen gehören die zahlreichen Hemmungs- und Mifsbildungen etc. Natürlich sind nicht alle gleichwertig.

Das Genie ist als ein physiologisches Stigma der Entartung anzusehen. In der That finden sich neben den hervorragenden Eigenschaften, die das Individuum eben zum Genie stempeln, auch solche, die deutlich eine Schwächung desselben kund thun. Die Reizbarkeit, die Launenhaftigkeit, die Widerstandslosigkeit und andere gehören hierhin. „Nullum ingenium nisi quadam stultitia mixtum“, sagt Seneca; und wir selbst sind geneigt, die Schwächen um der guten Eigenschaften willen zu übersehen, und pflegen zu sagen, dafs da, wo viel Licht ist, auch viel Schatten sein müsse. Diesem ersten Stadium der Hypertrophie folgt dann die Atrophie. Damit steht die Thatsache in Einklang, dafs die Nachkommen eines genialen Menschen diesen nicht zu erreichen, vielmehr das Durchschnittsmafs nicht zu überschreiten pflegen, wofern sie nicht sogar noch unter diesem bleiben.

Von den vielen sonstigen physiologischen Zeichen seien die Psychosen, die moral insanity, die sich auch bei vielen Tieren findet, die konträre Sexualempfindung und die verbreiteten Neurosen, die Hysterie, Epilepsie und die Neurasthenie erwähnt. Letztere führt durch die Reihe der minderwertigen, Imbecillen, der kretinoiden Menschen und der Halbkretins hindurch zur tiefsten Stufe der Entartung, dem Kretinismus. Hier zeigt sich zwischen dem Anfangs- und dem Endglied der Kette eine so enorme Verschiedenheit, dafs ohne Kenntnis der ganzen Kette ein innerer Zusammenhang gar nicht als denkbar erscheint.

Bei all diesen Individuen finden sich mehr oder weniger zahlreich auch die morphologischen Stigmata, die mit den physiologischen Hand in Hand gehen.

Auch die Sozialdemokraten und die Verfechterinnen der Frauenemanzipation zählt Arndt zu den Degenerierten.

Gesund ist also eigentlich niemand mehr; mehr oder weniger degeneriert sind wir alle. Ist die Menschheit darum dem Untergange geweiht? Keineswegs. Denn die gütige Natur hat in den Organismus die Fähigkeit gelegt, der Degeneration Einhalt zu thun und durch Regeneration wieder zu physischer und geistiger Gesundheit zu gelangen. Der Weg der Regeneration würde im umgekehrten Sinne des Pflügerschen Gesetzes zu erfolgen haben. Auf diese Weise könnte die Menschheit wieder gesunden. Und welches sind die Kennzeichen der Gesundheit? „Das Maſsvolle, das in stetiger Kraft ruhig Fortwirkende, das in allen seinen Äuſserungen, materiellen wie funktionellen, sich Entsprechende, das Harmonische, das sind ihre Kennzeichen.“

Lückerath (Bonn.)

M. Nordau. **Entartung.** 3. Aufl. 1. Bd. VIII u. 427 S. — 2. Bd. 559 S. Berlin 1896. Carl Duncker.

Der vor vier Jahren erschienenen ersten Auflage dieses Buches (siehe *diese Zeitschrift* Bd. V S. 141 u. Bd. VI S. 412) ist nunmehr bereits die dritte gefolgt. Die vielen Schwächen und Entartungszeichen der modernen Strömungen fordern zu einer Kritik heraus, und wer diese in so geistvoller und fesselnder Weise zu schreiben versteht, wie es bei Nordau der Fall ist, muſs seine Leser finden. Auf den Inhalt des Werkes nochmals einzugehen liegt für uns keine Veranlassung vor.

Arthur König.

E. Ferri. **Das Verbrechen als soziale Erscheinung.** *Grundzüge der Kriminal-Soziologie.* Autorisierte deutsche Ausgabe von H. Kurella. XV u. 497 S. Leipzig 1896. Georg H. Wigand's Verlag.

Ferris *Sociologia Criminale* erscheint in dem vorliegenden Werke in deutscher Bearbeitung. Hierbei sind die Veränderungen und Zusätze bereits verwendet worden, welche die in Vorbereitung begriffene vierte Auflage des Originals enthalten wird. Eine Verringerung des Umfangs im Vergleich zum Original ist dadurch bewirkt worden, daſs der bibliographische Anhang sowie auch einige rein polemische Abschnitte fortgelassen sind.

Auf den Inhalt des Werkes näher einzugehen, liegt keine Veranlassung vor, da an einer früheren Stelle in *dieser Zeitschrift* Bd. VIII. S. 315—320 bei Gelegenheit des Erscheinens einer französischen Übersetzung das Buch bereits ausführlich besprochen worden ist.

Arthur König.

Farbenunterscheidung und Abstraktion in der ersten Kindheit.

Von

W. Preyer.

Als ich vor bald zwanzig Jahren anfing, die Entwickelung des Farbensinnes in der ersten Kindheit zu untersuchen, fehlte es gänzlich an Vorarbeiten und Methoden. Keine der zur Prüfung des Farbensinnes Erwachsener erfundenen Verfahrungsweisen liefs sich mit Aussicht auf guten Erfolg beim Kinde anwenden. Am meisten erhoffte ich noch von der alten Seebeckschen Methode, da die Sortierung gleichartiger ungleichfarbiger Objekte (Marken, Täfelchen u. dergl.) in gleichfarbige Gruppen bei genügend zahlreicher Vertretung jeder Farbe das Kind möglicherweise wie ein neues Spiel ergötzen konnte. Indessen fielen diese Versuche noch zu Anfang des dritten Lebensjahres sehr unbefriedigend aus wegen der Unmöglichkeit, die Aufmerksamkeit des Kindes hinreichend lange auf das Aussuchen und Zusammenlegen gerichtet zu halten. Die Fehler, welche gemacht wurden, konnten daher ebensowohl der Zerstreutheit wie etwa mangelhaftem Farbenunterscheidungsvermögen zugeschrieben werden. Aus diesem Grunde nahm ich schon vom Anfang an die Farbenbenennung zu Hülfe. Wenn ein Kind alle ihm auf gleich gestalteten, gleich grofsen, gleich glatten, gleich hellen, gleich nahen Flächen vorgelegten Farben richtig benennt, so unterscheidet es zweifellos die Farben in der Empfindung richtig. Durch Variationen dieses Einprägens der Farbennamen und Kombinationen mit dem obigen Verfahren, liefs sich nun zwar die Aufmerksamkeit etwas länger fesseln, aber die Ergebnisse waren im ganzen trotzdem wenig befriedigend. Die Versuche mufsten allzu oft wiederholt werden, und doch waren die Fortschritte im richtigen Benennen der

Farben nach langen Zeiträumen nur gering, manchmal zweifelhaft und vorübergehend. Als ein Nachteil dieses Verfahrens kommt noch hinzu, daſs von Benennungsfehlern vollkommen freie Beobachtungsreihen von einiger Ausdehnung kaum je erzielt werden können. Solange das Kind aber einzelne Farben falsch benennt, kann eine partielle Farbenblindheit oder Unterempfindlichkeit für Farbenunterschiede weder ausgeschlossen noch angenommen werden, da die Fehler zum Teil durch Unaufmerksamkeit, zum Teil durch die dem Kinde unüberwindliche Schwierigkeit, die ihm an und für sich inhaltleeren Schalleindrücke blau, gelb, grün u. s. w. in seinem Gedächtnisse fest mit den vorgelegten zugehörigen Farben zu verknüpfen, bedingt sein können. Die Farbennamen sind noch zu abstrakt. Das Kind stellt sich dabei nichts vor, weil es die stets an der Oberfläche haftende Farbe eines Gegenstandes von dem Gegenstande selbst nicht zu trennen und als Gedankending für sich ohne Anschauliches in seinem Gedächtnis nicht aufzubewahren vermag. Es hat noch zu wenig Übung im Abstrahieren.

Ähnlich auf anderen Gebieten. Nur zwei Beispiele. Zeichne ich dem Kinde einen Kreis hin und sage: „Das ist ein Kreis", so sagt es „Teller" und nennt kleine Halbkreise, wie schwarze Tüpfel, „Vögelchen".

Nachdem ich längst die Überzeugung gewonnen hatte, daſs mein Sohn die Töne *c d e* als verschiedene Töne empfand, waren alle Bemühungen, ihm beizubringen, daſs sie *c d* und *e* heiſsen, vergeblich. Die abstrakten, dem Kinde sinnlosen Bezeichnungen *c d e* konnten mit den richtig empfundenen Tönen nicht dauernd verknüpft werden.

Ich bekenne, oft und lange nach einer Methode gesucht zu haben, um wenigstens für die Farben die erwähnten Schwierigkeiten zu beseitigen. Es gelang nicht. Andere waren aber auch nicht glücklicher. Alle, die meine Versuche mit und ohne Modifikationen, mit und ohne Zuhülfenahme der Farbennamen wiederholt haben, widersprechen einander, und die allzu oft bei Widersprüchen der mit unzulänglichen Methoden arbeitenden Forscher zur Erklärung angeführten „individuellen Verschiedenheiten der Kinder" muſsten auch hier herhalten. Sie reichen allerdings für manche Fälle wohl aus, aber nicht für alle Divergenzen der Autoren. Wenn ein und dasselbe intelligente Kind an zwei aufeinanderfolgenden Tagen nach

verschiedenen Methoden geprüft wird und bezüglich der Farbenerkennung gänzlich verschiedene Resultate liefert, so wird die Schuld mehr auf die Methoden und Störungen, z. B. Suggestionen, als auf individuelle Besonderheiten zu schieben sein. Dann dürfen auf letztere aber auch die Abweichungen verschiedener Kinder voneinander nicht ausschliefslich bezogen werden.

Ich gab deshalb die Hoffnung nicht auf, eine neue bessere Methode zu finden oder in Erfahrung zu bringen. Diese Hoffnung hat sich, trotz der namentlich in Nord-Amerika seit Jahren mächtig anschwellenden Litteratur über die geistige Entwickelung in der Kindheit, erst vor Kurzem erfüllt, und zwar ist es eine Frau, eine ihr Töchterchen mit äufserster Schonung und doch sehr gründlich beobachtende junge Mutter, die das richtige Prinzip gefunden hat. Ich bezweifle, ob überhaupt ein Mann es ohne weibliche Hülfe jemals gefunden haben würde, denn Männer halten sich in der Regel in Kinderstuben nicht lange auf und versetzen sich viel schwerer in den Gemützustand ihrer Kinder, als Mütter.

Frau Professor E. Dehio in Dorpat hat das Verdienst, den neuen psychologischen Kunstgriff ersonnen zu haben, und teilt mir in einem sorgfältigen Bericht über die geistige Entwickelung ihres erstgeborenen Töchterchens Adelheid (geb. 22. Mai 1894) mit, wie sie darauf verfiel, mich um mein Urteil ersuchend.

Es war ihr aufgefallen, wie spät das gut entwickelte Kind die Farben zu benennen anfing. Im 25. Lebensmonat wurde überhaupt keine Farbe benannt, obgleich Rot ihr seit Monaten häufig vorgesagt worden war. Im 26. Monat wird endlich Rot zum ersten Male richtig benannt und bezeichnet, im 27. auch Schwarz und Weifs. Mit den Wörtern Grün, Blau und Lila „wird auf gut Glück um sich geworfen". Gelb war dem Kinde nur selten vorgesagt worden. Erst gegen Ende des 27. Monats kam die „Farbentafel zur Erziehung des Farbensinnes" von Magnus (1879) zur Anwendung, die ich vorzugsweise benutzt und empfohlen hatte. Aus der Gesamtheit aller Ovale mufste A. zunächst alle roten heraussuchen, auf Veranlassung, aber ohne Suggestionen der Mutter. Es gelang, insofern nur ein helles (blasses, weifsliches) Oval zurückblieb. Mit Blau und mit Grün mifslang jedoch der Versuch vollständig. In diesem

Falle versagte also die SEEBECKsche Methode ganz und gar, denn das Kind war nicht farbenblind, wie das Folgende zeigt.

Am nächsten Tage wurden ihm die dunkelsten Farbenovale, eines nach dem anderen, in die Hand gegeben mit dem Bedeuten, sie auf die entsprechenden der Farbentafel zu legen. A. war eifrig dabei. Rot legte sie zwar anfangs auf Purpur, als ihr aber gesagt worden, es sei falsch, richtig auf Rot, Blau zuerst auf Dunkelbraun, dann auf ein helleres Blau. Gelb, Braun, Violett, Purpur, Grün wurden sogleich richtig gelegt, Schwarz nach einigem Hin- und Hersuchen auf eine hellere Fläche. Orange wurde überhaupt nicht gefunden.

Bei diesen und allen folgenden Versuchen bestätigte sich meine Erfahrung, dafs nur die erste Versuchsreihe verwertet werden darf, da durch Zerstreutheit und Abspannung in jeder folgenden desselben Tages „ein viel schlechterer Erfolg erzielt“ wird.

Am nächsten Tage, dem 1. des 28. Monats, legte A. Purpur, Rot, Gelb, Blau, Grün, Schwarz, Orange richtig, aber Braun auf Schwarz und Violett auf Blau.

Am 2. Tage des 28. Monats wurden alle 9 Kartons richtig gelegt, am 3. ebenso alle bis auf Schwarz, das auf ein helleres Oval geriet.

Bei 4 weiteren Versuchen innerhalb der folgenden 11 Tage kamen im ganzen — ohne die geringste Abänderung des Verfahrens — nur 5 Fehler vor: zweimal wurde Violett auf Blau, zweimal Rot auf Purpur und einmal Rot auf Orange gelegt.

Hiernach war es der Mutter nicht mehr zweifelhaft, dafs A. die Hauptfarbenunterschiede wahrnahm, zumal sie die Fehler meist schnell verbesserte, wenn man sie darauf aufmerksam machte. Aber in eben dieser Zeit war das Kind nicht im stande, die Farben richtig zu benennen, aufser Schwarz und Rot, wobei Scharlach und Purpur mit als Rot galten. Mit den Benennungen Blau, Grün, Gelb, Lila warf A. dagegen „hoffnungslos um sich“. Die Mutter meinte, das Kind interessiere sich im ganzen nicht für Farbenunterschiede. Damit steht jedoch der beim Sortieren nur durch ihre Färbung voneinander zu unterscheidender Objekte bekundete Eifer nicht im Einklang. Dann meinte sie, das Kind betrachte die Farbe als etwas zum Objekt gehöriges, das es „nicht davon zu abstrahieren und einem anders gestalteten, gleichfarbigen beizulegen“ wisse.

Auch diese Vermutung trifft nicht zu; denn andere Kinder können leicht, wie das meinige, die Farbe von einem Objekte auf andere anders gestaltete übertragen. So nannte der Sohn der Frau Stanley Hall[1] schon in der 46. Lebenswoche allerlei bewegte schwarze Gegenstände, wie Schuhe, Pantoffeln gehender Menschen, einen geschleuderten Fufsball „Kitty", weil seine schwarze Katze so hiefs. Nicht eine solche echt kindliche rein induktive Generalisation fiel A. schwer, sondern die Abstraktion der Farbe für sich ohne ihre Übertragung auf einen anderen bekannten Gegenstand, an dessen Namen dann jenes Abstractum haften bleiben konnte wie „Kitty". Dieser Gedanke mufs auch Frau D. vorgeschwebt haben, obschon sie es nicht erwähnt; denn sie schreibt: „Auf folgende Weise nun suchte ich das Interesse des Kindes auf die Farbenunterschiede zu richten; anknüpfend an Erlebnisse des Strandaufenthaltes lege ich vor die Kleine auf den Tisch die grünen Farbenovale als „Heuschlag", die blauen als „Meerwasser", die gelben zu zwei und zwei als „Badebrücke" und aus den braunen wird das „Badehaus" gelegt, ein schwarzes ist „Bank"; ein rotes Kärtchen stellt das Kind und ein lila Kärtchen die Mama vor, welche beide über den Badesteg ins Badehäuschen geführt werden und alsdann ins Meerwasser springen. Diese ganze Veranstaltung macht der Kleinen grofses Vergnügen und sie lernt sehr schnell die Farbenkärtchen fehlerlos sortieren und benennen. Anstatt der Benennungen „grün, gelb, braun und blau" wird „Heuschlag, Badebrücke, Badehaus und Meerwasser" gebraucht und verstanden. Einmal werden die hellsten braunen Ovale für gelb angesehen; im ganzen kommen keine Fehler vor."

Gegen Ende des 30. Monats wurden, aufser den neun dunkeln Farben, auch hellere Schattierungen auf der Farbentafel richtig gefunden, zwar nicht jedesmal sicher und nicht schnell, aber so häufig korrekt, dafs ein Zufall ausgeschlossen ist. Dann heifst es:

„Meine These wäre also die, dafs das Auge des Kindes viel früher fähig ist, die Farbenunterschiede wahrzunehmen, als sein Interesse es dazu drängt, sich die sie bezeichnenden Namen einzuprägen."

---

[1] *The Child-study Monthly.* Vol. II. Jan. 1897. No. 8. S. 460. Chicago-New York. Werner School Book Company.

In dieser Form spricht die allzubescheidene These nur eine längst bekannte Thatsache aus, die sich schon in der ersten (im Jahre 1881 erschienenen) Auflage meines Buches über „*Die Seele des Kindes*“ (S. 7) angegeben findet. Das Neue, was Frau Dehio gefunden hat, ist nicht diese These, sondern ein sicheres Mittel, um jene fehlende Abstraktion bei der Benennung der Farben zu wecken und zu erhalten, so daſs das Kind mit Leichtigkeit in kürzester Frist sie richtig benennen lernt mit den Namen ihm bekannter und interessanter konkreter Objekte von der betreffenden Farbe. Nahrungsmittel, die das Kind oft gesehen hat, auch Kleider, würden ohne Zweifel sich sehr gut zu dieser neuen Art des Unterrichtens mit Hülfe der fast immer regen Kinderphantasie eignen. Es sei z. B. „Weiſs“ die Milch, „Gelb“ die Butter, „Braun“ der Zwieback, „Grau“ das Brod, „Grün“ der Apfel, „Rot“ die Mama, „Blau“ das Kind, „Schwarz“ der Pudel, so läſst sich daraus mehr als ein lustiges Kindergeschichtchen zusammenlegen und durch solche mnemotechnische Kunstgriffe sich schon bei sehr jungen Kindern der Farbensinn im buchstäblichen Sinne spielend erziehen und gleichzeitig eine Benennung der Farben herbeiführen, während bisher alle anderen Versuche scheiterten.

Auſserdem ist diese Methode auch auf andere Gebiete anwendbar, wenigstens muſs ich es nach gelegentlichen Beobachtungen für höchst wahrscheinlich halten. Man lasse ein Kind, dem schlechterdings nicht beizubringen ist, daſs drei bestimmte Töne *c d e* heiſsen, zuerst ein ungestrichenes c^0 hören und sage dazu: „Das ist die Kuh (muh-kuh)“, hierauf das eingestrichene d' mit den Worten: „Das ist der Hund (wau-wau)“, endlich das zweigestrichene e'' als: „Vögelchen (piep-piep)“, dann wird das Kind bei Wiederholung der drei Töne nach einer gewissen Zeit sie ohne Zweifel mit den drei Tiernamen, sich der betreffenden auſserordentlich verschiedenen Tierstimmen erinnernd, richtig bezeichnen. Durch allmähliche Verminderung der beiden groſsen Tondistanzen kann man dann nach und nach mehr Töne mit festen phantastischen Benennungen dem Kinde, falls es überhaupt Gehör hat, einprägen und die richtigen Bezeichnungen später folgen lassen. Ich habe hier z. Z. keine gute Gelegenheit, kleine Kinder in dem erforderlichen Entwickelungsstadium zu beobachten. Vielleicht stellt ein Leser dieser Zeitschrift oder dessen Gattin den einfachen Versuch an

und berichtet darüber. Die genetische Psychologie mufs ihr Thatsachenmaterial da holen, wo es zu finden ist, und in dieser Hinsicht wird sie die Kinderstube besonders reich an ungehobenen Schätzen finden.

Schliefslich sei noch die grofse pädagogische Bedeutung der neuen Methode hervorgehoben. Ihre Ergebnisse zeigen schlagend, wie verkehrt es ist, kleinen Kindern abstrakte Dinge direkt zum Verständnis bringen zu wollen — sie können noch nicht richtig und konsequent abstrahieren, weil die Assoziationsbahnen ihres Gehirns (Flechsigs Assoziationszentren) wegen zu geringer Erfahrung noch nicht ausgebildet sind — während das, was der Lehrer zu erreichen wünscht, unter Umständen spielend leicht durch Anwendung passend gewählter Anschauungsmittel erzielt werden kann.

Es giebt aber abstrakte Gebilde, welche weder in dieser Weise, noch anderswie dem Kinde klar gemacht werden können, weil sie an sich unklar sind. So z. B. die Begriffe Freiheit, Materie, Kausalität. Ich bin in jungen Jahren durch die Unmöglichkeit, trotz des besten Willens und angestrengten Nachdenkens, mir bei den Worten Ursache und Wirkung im wissenschaftlichen Gebrauch etwas Klares vorzustellen, jahrelang beunruhigt worden, da ich, in der Meinung, Andere seien dazu im stande, an einen Mangel meines Denkapparats zu glauben geneigt war. Nachdem ich aber erfahren hatte, wie aufserordentlich verschieden die gröfsten Philosophen und Naturforscher den Begriff der Ursache auffassen — man vergleiche z. B. Descartes, Francis Bacon, Spinoza, Kant, John Stuart Mill, Robert Mayer in diesem Punkte miteinander — und wie willkürlich man im Laufe der Entwickelung der Naturwissenschaft mit dem angeblich fundamentalen Begriffe der Kausalität umsprang, als wenn er eine Modesache wäre, da gewann ich die Überzeugung, dafs die unklaren Begriffe Ursache und Wirkung für die Erforschung der Welt nicht allein überflüssig, sondern auch schädlich sind.

Noch heute sind die Ursachen im strengsten wissenschaftlichen Sinne, wie die Kräfte in der Physik und Biologie, nichts als die letzten Überbleibsel der märchenhaften Phantasiegebilde des Kindes. Das Weihnachtsgeschenke spendende Christkindchen, der Knecht Ruprecht, die Heinzelmännchen und Kobolde, dann die Fetische und Amulette u. s. w.

bis zu den abstrakten Erdgeistern, die die Pflanzen wachsen machen, und dem lieben Gott, der die Wolken in Regen verwandelt — sind moderne Beispiele von phantastischen Ursachen, welche das Kind, oft unter kräftiger Beihülfe unkritischer Mütter und Erzieherinnen, in die Natur verlegt, aber niemals in ihr findet. Denn Ursachen und Wirkungen giebt es überhaupt in der Natur nicht. Die Geschehnisse der Welt verlaufen vielmehr vollkommen unabhängig von den allein der menschlichen Einbildung entspringenden Fiktionen, den Ursachen, Kräften, Trieben u. s. w. Nicht der Kausalnexus hält die Welt zusammen, sondern der Funktionsnexus. Jener ist unklar, dieser ganz klar. Mit seiner Hülfe allein kann der Forscher den wahren Zusammenhang der Geschehnisse verstehen lernen, indem er die Art ihrer Abhängigkeit voneinander ermittelt. Diesen funktionellen Zusammenhang kann aber das Kind nicht begreifen, weil schon der Begriff der Funktion zu seiner Bildung mehr Abstraktion erfordert, als es aufbringen kann. Ihm genügen vorläufig die landläufigen, anthropomorphen, oft — wie einst die Götter Griechenlands — grob personifizierten treibenden Kräfte, welche die Angehörigen in reichlicher Anzahl ihm anbieten.

So macht das Kind in Betreff der Kausalität ziemlich denselben Entwickelungsgang durch, welchen die Kulturmenschheit im Grofsen überwunden hat und es mufs ihm, selbst lange nach seiner Mündigkeit, schwer werden, die aus den früheren Vorstellungen über Ursache und Wirkung gleichsam abdestillierten Annahmen über Bewegungsursachen, wie Schwerkraft, Lebenskraft u. s. w. als überflüssige und schädliche, weil unklare Erfindungen zu verwerfen und statt dessen die Erkenntnis der funktionellen Abhängigkeit aller Erscheinungen voneinander als das höchste erreichbare Ziel zu erkennen, nachdem es eine Überfütterung seiner Phantasie mit Märchen überstanden hat. Durch eine solche wird ein etwas sentimentaler Kultus der sogenannten Kinderpoesie viel mehr gefördert — zum Schaden des Kindes, zum Ergötzen der Angehörigen —, als die normale Entwickelung des angeborenen Verstandes — dieses kostbarsten Produktes einer unermefslich langen phylogenetischen Entwickelung — begünstigt.

Über die galvanischen Gesichtsempfindungen.

Von

G. E. Müller.

§ 1. Einleitendes.

Nach der Theorie der Gegenfarben ist zu erwarten oder wenigstens leicht begreiflich zu finden, daſs den beiden einander entgegengesetzten Richtungen eines das Sehorgan durchflieſsenden galvanischen Stromes Empfindungen von Gegenfarben, d. h. Empfindungen, denen entgegengesetzte Netzhautprozesse zu Grunde liegen, entsprechen. In der That führt Biedermann in seiner *Elektrophysiologie* (S. 616 ff.) die von Helmholtz aus den Beobachtungsthatsachen abgeleitete Regel, daſs elektrische konstante Durchströmung der Netzhaut in der Richtung von den Zapfen zu den zugehörigen Ganglienzellen die Empfindung von Dunkel, die entgegengesetzte Durchströmung dagegen die Empfindung von Hell giebt, als einen Beweis „für den Antagonismus der Empfindungen bei gegensinniger Durchströmung derselben Endorgane des Sehnerven" an. Auf einen Umstand geht indessen Biedermann nicht ein, nämlich darauf, daſs die Versuchsangaben mehrerer Forscher, die er nach einer von Rossbach zusammengestellten Tabelle mitteilt, hinsichtlich des farbigen Charakters der galvanischen Gesichtsempfindungen nicht zu demjenigen zu stimmen scheinen, was nach der Theorie der Gegenfarben zu erwarten ist. So tritt z. B. nach Ritters Angabe bei aufsteigender Stromesrichtung (d. h. dann, wenn der Strom in der Netzhaut von der Nervenfaserschicht nach der Stäbchenzapfenschicht hinflieſst) die Empfindung eines hellen Blau, bei absteigender Stromesrichtung die Empfindung eines dunkeln Rot auf. Nach der

Theorie der Gegenfarben hätte man bei letzterer Stromesrichtung die Empfindung eines dunkeln Gelb zu erwarten. Nach HELMHOLTZ entspricht der aufsteigenden Stromesrichtung die Empfindung eines weifslichen Violett, der absteigenden Stromesrichtung hingegen die Empfindung eines dunkeln Rotgelb, während nach jener Theorie bei letzterer Stromesrichtung die Empfindung eines dunkeln Grüngelb zu erwarten wäre. Ähnliche zu jener Theorie wenigstens anscheinend nicht stimmende Angaben lassen sich aus der vorliegenden Litteratur in beträchtlicher Anzahl zusammenstellen. Im Hinblick hierauf habe ich seit einiger Zeit (Juni 1896) an einer gröfseren Anzahl von Versuchspersonen, denen ich auch an dieser Stelle meinen Dank für ihre Bereitwilligkeit und Erduldungen ausspreche, und natürlich vor allem auch an mir selbst Versuche über die galvanischen Gesichtsempfindungen angestellt.

Bevor ich auf diese Versuche eingehe, möchte ich darauf aufmerksam machen, dafs sich das Bild schon dann einigermafsen zu Gunsten der Theorie der Gegenfarben verschiebt, wenn man die vorliegende Litteratur über diesen Gegenstand etwas vollständiger berücksichtigt. Thatsächlich hat schon PURKINJE (*Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne.* 2 Bändchen. Berlin, 1825. S. 32 ff.) gegen RITTER bemerkt, dafs zwischen den beiden Gesichtsempfindungen, welche entgegengesetzten Stromrichtungen entsprechen, hinsichtlich der Färbung derselbe Unterschied bestehe, der zwischen einer Gesichtsempfindung und ihrem komplementären Nachbilde vorhanden sei. Und zwar beobachtete PURKINJE bei der einen Stromesrichtung Hellviolett, bei der anderen das komplementäre Gelb (Grüngelb) in dunkler Nüance.[1] In geradezu überraschender Weise werden ferner die nach der Theorie der Gegenfarben zu hegenden Erwartungen durch die Versuche bestätigt, welche SCHELSKE (*Arch. f. Ophthalm.* 9. 3. S. 49 ff.) anstellte, um festzustellen, in welcher Weise die Empfindungen objektiver Farben durch die galvanische Durchströmung des Sehorganes beeinflufst werden. Es zeigte sich, dafs der aufsteigende Strom den objektiven Farben helles blaues (etwas violettes) Licht zu-

[1] Auf die auch bei PURKINJE hervorgetretenen, der Gegend des blinden Fleckes u. dergl. entsprechenden Besonderheiten wird hier nicht eingegangen.

mischte, der absteigende hingegen verdunkelnd und wie eine Entziehung eines gewissen Quantums desselben blauen Lichtes oder wie Zusatz eines gewissen Quantums des komplementären gelben (grüngelben) Lichtes wirkte. Diese (auch von Helmholtz in seiner *Physiol. Optik.* 1. Aufl. S. 845 angeführten) Versuchsresultate von Schelske wurden durch Schliephake (*Pflüger's Arch.* 8. 1874. S. 567 f.) bestätigt gefunden. Endlich hat auch O. Schwarz (*Arch. f. Psychiatrie.* 21. 1890. S. 588 ff.), welcher gleichfalls bei aufsteigender Stromesrichtung ein helles Violett, bei absteigender ein dunkles Gelbgrün wahrnahm, direkt den Satz ausgesprochen, daſs die Farbenempfindung „im Allgemeinen bei der einen Stromesrichtung komplementär zu der Empfindung bei der anderen Richtung" sei.[1]

Ruete (*Bildliche Darstellung der Krankheiten des menschlichen Auges.* Leipzig. 1854. 1. u. 2. Lieferung. S. 62) beobachtete bei der einen Stromesrichtung „gelbrot", bei der anderen „die blaue Komplementärfarbe". Brunner (*Ein Beitrag zur elektrischen Reizung des Nervus opticus.* Leipzig. 1863) nahm bei aufsteigendem Strome ein helles Blaugrün, bei absteigendem ein dunkleres Gelbrot wahr. Auf diese zwar zur Theorie der Gegenfarben stimmenden, aber hinsichtlich der den beiden Stromesrichtungen entsprechenden Farben von den Mitteilungen der im Vorstehenden angeführten Forscher abweichenden Angaben von Ruete und Brunner, sowie auf die zu jener Theorie wenigstens anscheinend nicht stimmenden Aussagen anderer Beobachter wird weiterhin (im § 3) eingegangen werden.

§ 2. Bericht über meine Versuche.

Die Versuche wurden sämtlich im Dunkelzimmer angestellt, das je nach den Umständen verdunkelt blieb oder durch Öffnen eines Ladens oder mittels eines im Fensterladen angebrachten Diaphragmas u. dergl. in gröſserem oder geringerem Maſse erhellt wurde. Den galvanischen Strom lieferte eine Batterie von Meidingerelementen, deren Zahl (im Maximum 39) je nach den Umständen und dem besonderen Versuchszwecke variirte. In die Leitung waren eingeschaltet ein Siemensscher Widerstands-

[1] Daſs Schwarz sich bei dieser Behauptung auf Versuche stütze, die er an Anderen angestellt hat, erscheint nach den vorliegenden Mitteilungen desselben zweifelhaft.

kasten, ein Milliampèremeter behufs Ablesung der jeweiligen Stromstärken, ein (der Versuchsperson nicht sichtbarer) Kommutator behufs Vertauschung der Stromesrichtung und eine ENGELMANNsche Widerstandsschraube, deren Widerstand allmählich von ca. 1000 bis auf ca. 3 Widerstandseinheiten verringert werden konnte. Um ein noch allmählicheres Einschleichen in den Strom ermöglichen und die Intensität des Schliefsungsblitzes auf ein Minimum reduzieren zu können, wurde späterhin noch ein Flüssigkeitsrheostat in die Leitung eingeschaltet. Die eine der beiden Elektroden, welche aus einer angefeuchteten, mit weichem Leder überzogenen Metallplatte von ca. 15 qcm Fläche bestand, wurde von der Versuchsperson selbst oder einem Gehülfen hinten an den Nacken der Versuchsperson angedrückt. Als zweite Elektrode diente eine sog. Mensurbrille, auf deren Innenseite zwei zur Stromführung bestimmte Drähte mit breiten Endflächen endigten, und welche aufserdem auf dieser ihrer Innenseite mit einer 1—2 cm dicken Lage feinsten Schwammes belegt war. Diese Schwammschicht liefs für jedes der beiden Augen der Versuchsperson eine Öffnung von ca. 2 cm Durchmesser frei. Wurde also diese Brille der Versuchsperson in der richtigen Weise aufgeschnallt, so war jedes Auge derselben rings von einer fest anliegenden, 2—4 cm breiten (natürlich in gehöriger Weise angefeuchteten) Schwammschicht umgeben, durch welche der elektrische Strom ein- oder austrat. Wurde der Versuch nicht bei verschlossenen Augen angestellt, so konnte die Versuchsperson mittelst der beiden erwähnten Öffnungen in der Schwammschicht einen, wenn auch nur geringen, Teil des vor ihr liegenden Gesichtsfeldes betrachten und die Veränderungen beobachten, welche die Helligkeit und Färbung der Umgebung des fixierten Punktes unter dem Einflusse des galvanischen Stromes erfuhr.[1]

Wie soeben angedeutet, wurde die Wirkung des galvanischen Stromes in doppelter Weise beobachtet, nämlich entweder bei verschlossenen Augen in verdunkeltem Zimmer oder so, dafs ein bestimmter Punkt einer in der Regel grauen Lichtfläche, deren Beleuchtung nach Bedürfnis reguliert wurde, fixiert und die Veränderung beobachtet wurde, welche das

[1] Eine Elektrode von brillenartiger Form, aber geringerer Solidität und Bequemlichkeit hat bereits BRUNNER angewandt.

Aussehen der Umgebung des fixierten Punktes durch den galvanischen Strom erfuhr. Im Laufe der Zeit hat sich das letztere Verfahren immer mehr als das im allgemeinen tauglichere herausgestellt, so daſs dasselbe späterhin bei manchen Versuchspersonen ausschlieſslich zur Anwendung kam. Die Versuchsperson drehte stets dem Fenster, von welchem her eventuell Licht in das Zimmer drang, den Rücken zu und verhielt sich nur beobachtend, indem die Bedienung der Apparate mir selbst oblag.

Die Versuchspersonen, der Zahl nach 26, darunter 5 weibliche, gehörten sämtlich akademischen Kreisen an. Auf die Aussagen ungebildeter Versuchspersonen würde gar kein Wert zu legen sein. Es ist schon bei Gebildeten, die psychologischen und physiologischen Dingen bisher ganz fern gestanden haben, nicht immer gerade leicht, ein völliges Verständnis dafür zu gewinnen, worauf bei diesen Versuchen zu achten sei, und worauf es bei der Beschreibung des Beobachteten wesentlich ankomme. Die hauptsächlichen Resultate der Versuche sind folgende.

1. Der aufsteigende Strom wirkt auf den Weiſsschwarzsinn im Sinne einer Verstärkung der Weiſserregung und einer Schwächung der Schwarzerregung. Umgekehrt wirkt der absteigende Strom.

2. Die Farbe der galvanischen Gesichtsempfindung ist bei aufsteigendem Strome ein nach dem Rot hinneigendes Blau (Violett, Blauviolett), bei absteigendem Strome ein nach dem Grün hinneigendes Gelb. Es kann also ganz allgemein der Satz aufgestellt worden: die den beiden Stromesrichtungen entsprechenden Empfindungen sind Empfindungen von Gegenfarben.

Bei der Wichtigkeit der Sache teile ich folgende Einzelheiten mit. Von den 26 Versuchspersonen gaben 15 (darunter 2 ein wenig rotgrünschwache) als die den beiden Stromesrichtungen entsprechenden Farben Violett und grünliches Gelb an. Eine (ungeübte und nur für eine Sitzung zur Verfügung stehende) Versuchsperson gab gleichfalls Violett und Gelb an, vermochte indessen eine nähere Charakterisierung des Gelb nicht zu geben. Eine andere stark rotgrünschwache Versuchsperson verhielt sich ähnlich: sie gab für den aufsteigenden Strom Blau, bei höherer Intensität Violett an, für den absteigenden Strom nur Gelb. Eine Versuchsperson entbehrte des Rotgrünsinnes völlig und nannte dementsprechend die beiden Farben im allgemeinen Blau und Gelb. Zwei weitere Versuchspersonen gaben gleichfalls Violett und Grüngelb an. Doch sind die mit

ihnen erhaltenen Resultate insofern nicht ganz befriedigend, als es vorkam, daſs sie eine und dieselbe Farbe für beide Stromesrichtungen angaben.[1] Beide Versuchspersonen waren nur auf der Durchreise hier anwesend. Es war deshalb nicht möglich, sie genügend einzuüben und die Versuche zu einem befriedigenden Abschlusse zu bringen. Eine (in derartigen Beobachtungen ungeübte) Versuchsperson gab für den aufsteigenden Strom Hellblau an, konnte aber bei absteigendem Strome neben der eintretenden Verdunkelung nicht noch eine bestimmte Färbung erkennen. Eine andere (gleichfalls ungeübte) Versuchsperson gab zwar bei absteigendem Strome neben der Verdunkelung noch die grüngelbe Färbung an, konnte aber für den aufsteigenden Strom nicht zu einer völlig befriedigenden, eindeutigen Charakterisierung der Farbe gebracht werden. Die Versuchsperson bemerkte, daſs in dem Grau ein Blau enthalten sei, welches sie auf Befragen geneigt war für ein reines Blau zu erklären. Am besten entspreche dem Wahrgenommenen die Bezeichnung als verschmutztes Stahlgrau.[2] Eine Versuchsperson nahm bei mäſsiger Stärke des auf- oder absteigenden Stromes nur eine wenig ausgeprägte Aufhellung bezw. Verdunkelung wahr. Bei schneller Schliessung des aufsteigenden und Öffnung des absteigenden Stromes beobachtete sie ein „bläuliches Zucken“. Wegen zu groſser Schmerzhaftigkeit der Nebenwirkungen des galvanischen Stromes konnte zu denjenigen Stromstärken, bei denen die Färbung der galvanischen Gesichtsempfindung für viele Versuchspersonen überhaupt erst erkennbar wird, nicht übergegangen werden. Eine farbenschwache Versuchsperson nahm selbst bei hohen Intensitäten des auf- oder absteigenden Stromes nur Aufhellung bezw. Verdunkelung wahr. Nur einmal sah sie nach Öffnung des aufsteigenden Stromes einen gelblichen Schimmer. Eine andere (etwas rotgrünschwache) Versuchsperson wurde schon bei mäſsiger Stromstärke schwindelig und von unangenehmen (in die Herzgegend verlegten) Empfindungen gequält. Bei den benutzten mäſsigen Stromintensitäten bemerkte sie überhaupt keine Veränderung im Sehfelde. Nur einmal nahm sie ein Lila wahr. Endlich kam auch noch eine Versuchsperson vor, welche schon bei mäſsigen Stromstärken sich sehr unangenehm berührt zeigte und für jede Stromesrichtung die verschiedensten Farben (violett, blau, rot, grün, gelb, olivfarben u. dergl.) angab und auch dann eine Farbe wahrzunehmen vermeinte, als überhaupt gar kein Strom vorhanden war.

3. Die Wirkung des galvanischen Stromes ist im allgemeinen bei aufsteigender Richtung desselben stärker und ausgeprägter als bei absteigender Richtung. Dementsprechend

[1] Die (für manche Versuchspersonen erst nach Übung völlig überwindbaren) Fehlerquellen, die solchen Fällen zu Grunde liegen, kommen im folgenden Paragraphen zur Sprache.

[2] Man vergleiche hierzu die Bemerkung von Brücke (*Die Physiologie der Farben.* S. 108): „Vom Stahl weiſs man, daſs er selbst nach einer gröſseren Anzahl von Reflexionen das Licht noch immer weiſs zurückgiebt“. Auch an die Bemerkung von von Kries (*diese Zeitschr.* XII. S. 29) sei hier erinnert, daſs die durch schwache (weiſsliche) Lichter hervorgerufene Empfindung von manchen Personen direkt als leicht bläulich bezeichnet werde.

läfst sich auch die Färbung der galvanischen Gesichtsempfindung im allgemeinen bei ersterer Stromesrichtung leichter erkennen als bei letzterer.

4. Wie schon bisher von den verschiedensten Beobachtern gefunden worden ist, stimmt die Gesichtsempfindung, welche bei einer galvanischen Durchströmung des Auges vorhanden ist, im wesentlichen mit der Empfindung überein, welche bei Öffnung oder sehr schneller und ausgiebiger Abschwächung des entgegengesetzt gerichteten Stromes eintritt. Nimmt z. B. eine Versuchsperson bei aufsteigendem Strome die hellviolette Färbung wahr, so beobachtet sie nach Öffnung des absteigenden Stromes gleichfalls eine helle Nüance des Violett.

5. Die Empfindung des sog. Schliefsungsblitzes, welche bei schneller Schliefsung des Stromes eintritt, stimmt hinsichtlich ihrer Qualität wesentlich mit der Empfindung überein, welche hinterher bei Geschlossenbleiben des Stromes vorhanden ist, und unterscheidet sich von letzterer Empfindung wesentlich nur durch die höhere Intensität. Der sog. Schliefsungsblitz besteht also im allgemeinen bei aufsteigendem Strome in einer bläulichen oder violetten Hellempfindung, bei absteigendem Strome in einer schwach gelblichen oder schwach grüngelblichen Dunkelempfindung. Wir kommen späterhin (im § 4) nochmals auf die Beschaffenheit der Schliefsungsblitze zu sprechen. Wo wir von einer galvanischen Gesichtsempfindung schlechtweg reden, meinen wir niemals die Empfindung des Schliefsungsblitzes, sondern eine solche Empfindung, welche (bei möglichster Vermeidung des Schliefsungsblitzes oder nach vollständigem Schwinden der Nachwirkungen des Schliefsungsblitzes) dem Geschlossensein eines konstanten Stromes von bestimmter Richtung entspricht.

6. Im allgemeinen überwiegt die Wirkung des galvanischen Stromes auf den Weifsschwarzsinn (die achromatische Wirkung desselben) über die Wirkung auf den Gelbblausinn, und die letztere Wirkung ist stärker als die Wirkung auf den Rotgrünsinn. Es ist also bei aufsteigendem Strome die galvanische Gesichtsempfindung im allgemeinen weifslich (hellgrau), weniger deutlich bläulich und noch weniger deutlich nach dem Rot sich hinneigend. Ebenso tritt bei absteigendem Strome im allgemeinen die Grünlichkeit hinter die Gelblichkeit und diese hinter die Schwärzlichkeit zurück.

Nimmt man die Stromstärke vom Nullpunkte ausgehend immer stärker und stärker, so wird in der Regel zuerst (bei einer individuell wechselnden Stromstärke) nur die achromatische Wirkung des Stromes merkbar; erst bei einem höheren Werte der Stromintensität, welcher dem Obigen gemäfs bei absteigendem Strome noch höher liegt, als bei aufsteigendem, wird die chromatische Wirkung erkennbar. Wird nun der Strom noch weiter verstärkt, so steigern sich die Wirkungen des Stromes auf die drei optischen Spezialsinne nicht in gleichem Verhältnisse, sondern die chromatische Wirkung des Stromes tritt neben der achromatischen immer mehr hervor, und zwar in der Weise, dafs zunächst die Wirkung auf den Gelbblausinn, späterhin aber diejenige auf den Rotgrünsinn immer deutlicher zu Tage tritt. Bei fortgesetzter Verstärkung des Stromes wird also die Farbigkeit der galvanischen Gesichtsempfindung immer deutlicher, und zugleich tritt weiterhin die Hinneigung des Blau (Gelb) zum Rot (Grün) immer deutlicher hervor.[1]

Selbstverständlich ist vorhandene Farbenschwäche nicht ohne Einflufs auf die Stärkeverhältnisse, in denen die drei optischen Spezialsinne an der galvanischen Erregung beteiligt sind. Bei den Rotgrünschwachen trat die Wirkung auf den Rotgrünsinn, wenn sie überhaupt merkbar war, noch schwächer hervor als bei den Farbentüchtigen.

Aber auch ganz abgesehen von Fällen offenbarer Farbenschwäche zeigen sich individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich der Beteiligung der drei optischen Spezialsinne an der galvanischen Erregung und Abweichungen von der soeben hinsichtlich dieser Beteiligung aufgestellten Regel. Auch bei Personen von anscheinend gleicher Farbentüchtigkeit war bei gleicher Stromstärke das Übergewicht der achromatischen Wirkung des Stromes über die chromatische Wirkung entschieden von verschiedenem Grade, und dasselbe zeigte sich

---

[1] Der Einflufs der Stromstärke auf das Verhältnis zwischen den Erregungen der beiden chromatischen Spezialsinne läfst sich nur mittels solcher Versuchspersonen untersuchen, welche eine deutlichere Färbung der galvanischen Gesichtsempfindung besitzen, im Beobachten nicht ganz ungeübt sind und aufserdem auch die Bereitwilligkeit und Fähigkeit besitzen, hohe Stromstärken mit Seelenruhe über sich ergehen lassen. Demgemäfs gründet sich unsere obige Behauptung hinsichtlich dieses Punktes nur auf die Beobachtungen von neun Versuchspersonen.

hinsichtlich des Übergewichts des Gelbblausinnes über den Rotgrünsinn. Besonders bemerkenswert ist die Thatsache, daſs bei drei Versuchspersonen (K., B. und S.) die achromatische Wirkung des Stromes überhaupt gar kein Übergewicht über die chromatische Wirkung besaſs, sondern hinter letzterer mehr oder weniger zurückstand. Und auch eine vierte Versuchsperson (P.) wich von diesen drei Versuchspersonen nicht beträchtlich nach dem gewöhnlichen Typus hin ab. Wir kommen auf die Aussagen dieser vier Versuchspersonen sogleich näher zu sprechen.[1]

7. Im allgemeinen gilt die bisher immer aufgestellte Regel, daſs der galvanische Strom gemäſs seiner (unmittelbaren) Wirkung auf den Weiſsschwarzsinn bei aufsteigender Richtung aufhellend, bei absteigender Richtung verdunkelnd wirkt. Allein es giebt Ausnahmen von dieser Regel, welche auftreten, wenn die chromatische Wirkung des Stromes das Übergewicht über die achromatische Wirkung desselben besitzt, und durch die aufhellende, bezw. verdunkelnde Wirkung der Farben bedingt sind. Beispiele für diesen Einfluſs der Farben bieten uns die (völlig von einander unabhängigen) Aussagen der soeben erwähnten vier Versuchspersonen. Werden letztere in der Weise untersucht, daſs sie vor und während der Einwirkung des galvanischen Stromes einen bestimmten Punkt einer grauen Fläche fixieren, so beobachtet K., welche, sobald sie überhaupt einen merkbaren Eindruck von dem galvanischen Strome erhält, auch schon die Färbung erkennt, bei aufsteigendem Strome (und nach Öffnung des absteigenden Stromes) regelmäſsig ein etwas rötliches Blau und Verdunkelung, bei absteigendem Strome (und nach Öffnung des aufsteigenden Stromes) regelmäſsig ein schwach grünliches Gelb und Aufhellung.[2]

---

[1] Schon Neftel (*Arch. f. Psychiatr.* 8. 1878. S. 421 f.) hat bemerkt, es gebe „Ausnahmefälle, in denen die Farbenreaktion sehr leicht eintritt, dagegen aber die Lichtempfindung äuſserst schwer oder gar nicht zu erzielen ist, sogar nicht mit den stärksten Strömen, die ohne Nachteil angewendet werden können."

[2] Bemerkenswert ist folgender, oft und stets mit gleichem Erfolge an K. angestellter Versuch. Ich lieſs zunächst einen Strom von mäſsiger Stärke einwirken. Alsdann erschien K. das betrachtete Feld blau und dunkler als zuvor, wo der Strom noch nicht wirkte. Lieſs ich nun den Strom noch einige Zeit lang mit derselben Stromstärke andauern, so

Die Versuchsperson B., bei welcher die chromatische Wirkung des Stromes etwas schwächer ist als bei K., giebt bei geringer Stromstärke für den aufsteigenden Strom Verdunkelung an, ohne sich der blauen Färbung, welche thatsächlich dieses Urteil bewirkt, bewufst zu werden. Für den absteigenden Strom, bei welchem der Regel gemäfs die chromatische Wirkung schwächer ist als bei aufsteigendem Strome, giebt B. bei geringer Stromstärke gleichfalls Verdunkelung an, indem die gelbe Färbung sich noch nicht geltend macht. Bei höherer Stromstärke, wo dem obigen Satze gemäfs die chromatische Wirkung des Stromes mehr hervortritt, urteilt er bei aufsteigendem Strome „deutlich blauviolett und deutlich dunkler.“ Bei absteigendem Strome giebt er, wenn das Gelb erkennbar ist, neben dieser Farbe Aufhellung an, ist die gelbe Färbung nicht erkennbar, so giebt er Verdunkelung an.

Von besonderem Interesse sind die Aussagen von S., für welchen die chromatische Wirkung des Stromes schon bei recht geringer Stromstärke erkennbar war. Demselben erschien das betrachtete Feld unter dem Einflusse des aufsteigenden Stromes bei geringer Stromintensität bläulich und heller als zuvor, bei höherer Stromstärke gesättigt blau und dunkler. Ging ich von letzterer Stromstärke zu noch höherer über, so erschien das Blau deutlich rötlich und das betrachtete Feld hellte sich infolge dessen auf. Bei absteigendem Strome erschien das Feld bei geringer Stromstärke gelb und dunkler als zuvor; bei gröfserer Stromstärke trat Aufhellung ein.

Um nicht weitläufig zu werden, teile ich betreffs der an der Versuchsperson P. erhaltenen Resultate nur mit, dafs auch bei dieser der Umstand zu Tage trat, dafs bei aufsteigendem Strome der verdunkelnde Einflufs des Blau sich bei Erhöhung der Stromstärke von einem bestimmten Werte der letzteren ab verringert, weil dem oben Bemerkten gemäfs bei Steigerung der Stromstärke das Blau sich immer mehr nach dem (an sich aufhellend wirkenden) Rot hinneigt. Ferner zeigte sich der Einflufs der Färbung auf die Helligkeit, wie zu vermuten, von

---

trat keine sicher erkennbare Änderung der Helligkeit ein. Erhöhte ich aber hierauf allmählich die Stromstärke, so wurde von K. mit voller Sicherheit neben einer Zunahme der Bläulichkeit noch eine Steigerung der Dunkelkeit konstatiert.

der Lichtstärke der Fläche, auf welche die galvanische Gesichtsempfindung projiziert wurde, nicht unabhängig.

Ich unterlasse nicht, darauf hinzuweisen, daſs schon SCHLIEPHAKE (a. a. O. S. 570) davon berichtet, daſs der aufsteigende Strom durch das Violett, welches er einer betrachteten Lichtfläche beigemischt habe, auf letztere verdunkelnd eingewirkt habe. Und aus gewissen Angaben von SCHWARZ (a. a. O. S. 597f.) ist zu ersehen, daſs auch bei ihm sich im Falle des absteigenden Stromes unter Umständen die aufhellende Wirkung des Gelb geltend gemacht hat.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, daſs die Einwirkung des galvanischen Stromes auf die Helligkeit in der That zugleich auch von der chromatischen Wirkung desselben abhängt. Sobald die letztere in gewissem Grade überwiegt, tritt bei aufsteigendem Strome, wenigstens bis zu gewisser Grenze, Verdunkelung, bei absteigendem Strome Aufhellung ein. Da die chromatische Wirkung des Stromes neben der achromatischen Wirkung allgemein umso stärker hervortritt, je intensiver der Strom ist, so kommt es vor, daſs der aufsteigende Strom bis zu einem gewissen Intensitätswerte hin aufhellend, von diesem an aber verdunkelnd wirkt. Da ferner bei weiterer Verstärkung des aufsteigenden Stromes die Rötlichkeit der Empfindung immer deutlicher wird, so wird die merkwürdige Erscheinung beobachtet, daſs die verdunkelnde Wirkung des aufsteigenden Stromes von einem höheren Intensitätswerte der Stromstärke ab sich wieder verringert. Ähnlich wie die Helligkeitswirkung des aufsteigenden Stromes zeigte sich auch diejenige des absteigenden Stromes bei den obigen vier Versuchspersonen von der Stromstärke abhängig. Da indessen die chromatische Wirkung des Stromes bei absteigender Richtung schwächer ist als bei aufsteigender, so tritt im allgemeinen eine aufhellende Wirkung des absteigenden Stromes weniger leicht ein, als eine verdunkelnde Wirkung des aufsteigenden Stromes; und der Punkt, von welchem ab eine vorhandene aufhellende Wirkung des absteigenden Stromes bei weiterer Verstärkung des letzteren gemäſs der Zunahme der Grünlichkeit der Empfindung sich wieder verringert, liegt im allgemeinen bei einer Stromstärke, deren Anwendung unthunlich ist.

Über das Interesse, welches die im Vorstehenden mitgeteilten Beobachtungsthatsachen über den aufhellenden bezw.

verdunkelnden Einflufs der Farben besitzen, brauchen wir keine Worte zu verlieren. In einer nachfolgenden Untersuchung, welcher die weitere Verfolgung dieser Angelegenheit obliegt, werden wir uns über die theoretische Deutung dieser Resultate verbreiten.

§ 3. Fehlerquellen und besondere Mafsregeln.

Mit den von mir erhaltenen Resultaten stimmen die Aussagen von Purkinje, Schelske, Schliephake und O. Schwarz, welche, wie schon erwähnt, bei aufsteigendem Strome ein helles Violett, bei absteigendem ein dunkles Gelbgrün wahrnahmen, vollkommen überein. Hingegen weichen die Angaben Anderer mehr oder weniger von dem von mir Gefundenen ab. Es kommt vor, dafs als die beiden dem aufsteigenden und absteigenden Strome entsprechenden Farben helles Violett und dunkles Gelb, Hellblau und dunkles Grüngelb, Hellblau und Dunkelrot, helles Violett und dunkles Rotgelb, Blau und Violett, Hellblau und „Tiefblau“, u. a. m. angegeben werden.[1] Und seit der Veröffentlichung von Brenner pflegt behauptet zu werden, dafs hinsichtlich der Färbung der galvanischen Gesichtsempfindung eine allgemeine Regelmäfsigkeit überhaupt nicht bestehe, sondern mannigfaltige individuelle Verschiedenheiten vorhanden seien. In Hinblick hierauf wollen wir uns im Nachstehenden etwas eingehender über die bei derartigen Versuchen in Betracht kommenden, zahlreichen und starken Fehlerquellen und zu ergreifenden Vorsichtsmafsregeln verbreiten, über Fehlerquellen und Vorsichtsmafsregeln, von denen die bisherigen Untersucher der galvanischen Gesichtsempfindungen so gut wie nichts erwähnen, ein Umstand, der zu denken geben kann.

1. Will man zuverlässige Resultate erhalten, so mufs man selbstverständlich die zu untersuchenden Personen zuvörderst hinsichtlich ihres Farbensinnes prüfen. Ich habe diese Prüfung mittels des Heringschen Apparates zur Diagnose der Farbenblindheit und Farbenschwäche vollzogen. Die von mir untersuchte, des Rotgrünsinnes völlig entbehrende Versuchsperson bezeichnete die Farben der beiden galvanischen Gesichts-

[1] Man vergleiche zu Obigem R. Brenner, *Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie*, 1, Leipzig, 1868, S. 67 ff.; Neftel im *Arch. f. Psychiatrie*, 8, 1878, S. 420 ff.; Erb, *Handbuch der Elektrotherapie*, Leipzig, 1882, S. 100 ff.

empfindungen, wie schon erwähnt, im allgemeinen als hellblau und dunkelgelb (schmutzig gelb, auch braun). Es kam aber doch gelegentlich vor, daſs sie die dem absteigenden Strome entsprechende Empfindung als dunkelgrün bezeichnete, was für denjenigen, der die Farbenbenennungen der Gelbblausichtigen kennt, nicht im mindesten verwunderlich ist. Hat man also den Farbensinn der Personen, mit denen man operiert, nicht untersucht, so kann es z. B. geschehen, daſs man von einer Versuchsperson die beiden Farben Blau und Grün, welche keineswegs Gegenfarben sind, genannt erhält, und hierdurch fälschlich zu der Annahme veranlaſst wird, eine individuelle Besonderheit betreffs der Färbung der galvanischen Gesichtsempfindungen konstatiert zu haben. Für die bisherigen Untersucher der Färbung der galvanischen Gesichtsempfindungen (abgesehen von Neftel und Velhagen) scheint die Thatsache des Vorkommens von Farbenschwäche und Farbenblindheit überhaupt nicht bestanden zu haben.

2. Es kommt bei derartigen Versuchen nicht blos auf das Farbenempfindungsvermögen der Versuchspersonen an, sondern auch auf die Fähigkeit derselben, die wahrgenommenen Farben richtig zu bezeichnen. Auch in dieser Beziehung suchte ich mich vor Beginn der Versuche zu sichern. Unter anderem erwies sich Folgendes als zweckmäſsig. Ich stellte mittelst rotierender Scheiben eine stark weiſsliche Nuance des Grün, Blaugrün, Blau und Violett und auſserdem ein reines Weiſs her. Ferner stellte ich mittelst der rotierenden Scheiben zugleich 5 dunkle Ringe her, deren Schwärzlichkeit durch von innen und auſsen her wirkenden Helligkeitskontrast möglichst verstärkt war, und welche, abgesehen von einem rein schwarzen Ringe, neben ihrer Schwärzlicheit noch einen schwachen Stich ins Rote, Rotgelbe, Gelbe, Gelbgrün oder Grüne besaſsen. Die Versuchsperson wurde nun aufgefordert, diese 10 vorgeführten Farben[1] zu benennen, und wurde, falls die Benennungen den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprachen, auf letztere aufmerksam gemacht. Auf diese Weise erzielte ich, daſs die Versuchsperson bei ihrer Benennung der Farben der galvanischen

[1] Diese Farben sind diejenigen, welche nach den in der vorliegenden Litteratur enthaltenen Angaben für die beiden galvanischen Gesichtsempfindungen hauptsächlich in Betracht kommen. Eine gröſsere Zahl von Rotationsscheiben stand nicht zur Verfügung.

Gesichtsempfindungen schon von vornherein genauer verfuhr; ich erkannte, dafs im allgemeinen eine Tendenz besteht, die Grünlichkeit eines schwach grüngelben Schwarz zu überschätzen; ich erfuhr, was die Versuchsperson etwa unter der Bezeichnung olivfarben verstand, welche sie nachher auf die Färbung der dem absteigenden Strome entsprechenden Gesichtsempfindung anwandte, u. dergl. m.

Bei den nachfolgenden Versuchen mit dem galvanischen Strome verfuhr ich stets in der Weise, dafs ich die Versuchsperson aufforderte, mir erstens darüber Auskunft zu geben, ob bei Vorhandensein des galvanischen Stromes die Helligkeit erhöht oder verringert oder unverändert sei, und zweitens darüber, welche Färbung der betreffende Teil des Sehfeldes besitze. Gab nun z. B. die Versuchsperson bei absteigendem Strome an, dafs sie eine gelbe Färbung beobachte, so bemerkte ich: „Ein Gelb kann zum Rot oder zum Grün hinneigen oder ein reines Gelb sein. Welcher Art ist das von Ihnen beobachtete Gelb?" Durch diese Fragestellung, bei welcher jegliche Suggestion völlig vermieden ist, erreichte ich in der Regel eine speziellere Charakterisierung der wahrgenommenen Farben.

Die Hauptschwierigkeit hinsichtlich der Benennung bereitet im allgemeinen die Färbung, welche bei verschlossenen Augen bei absteigendem Strome vorhanden ist. Denn der absteigende Strom stellt einen Netzhautreiz dar, wie er sonst nicht vorkommt, nämlich einen solchen, der sozusagen neben einer Gelb- und einer Grünvalenz noch eine (im allgemeinen stärkere) Schwarzvalenz besitzt. Die grüngelben Lichter besitzen immer eine erhebliche Weifsvalenz. Wir sind daher von Haus aus in der Bezeichnung der bei absteigendem Strome vorhandenen Färbung gar nicht geübt, und sobald diese Färbung zwar merkbar, aber nur schwach ausgeprägt ist, weifs man zwar, dafs man es nicht mit einem reinen Schwarz zu thun hat, kann aber die Art der beigemischten Farbe nicht oder nur unsicher angeben und greift bisweilen auch in der Bezeichnung daneben, falls man nicht durch vorherige Demonstrationen der oben angedeuteten Art hinlänglich gewitzigt worden ist. Es ist zu bemerken, dafs es auch unter möglichster Ausnutzung der verdunkelnden Wirkung des Helligkeitskontrastes nicht möglich ist, auf objektiven Lichtflächen (rotierenden Scheiben u. dergl.) ein solches eindringliches Schwarz von grüngelbem Farbenton zu erzielen, wie bei manchen Individuen (bei verschlossenen Augen und im dunkeln Zimmer) unter dem Einflusse des absteigenden Stromes zur Wahrnehmung kommt. Denn setzen wir einem durch Helligkeitskontrast möglichst in seiner Schwärze vertieften, schwarzen Ringe einer Rotationsscheibe etwas Grüngelb zu, so setzen wir zugleich eine Weifs-

valenz zu, welche die Schwärzlichkeit des Ringes mehr oder weniger verringert.

Was die oben erwähnte Tendenz, die Grünlichkeit eines gelblichen Tiefschwarz zu überschätzen, anbelangt, so überzeugt man sich von derselben z. B. einfach dadurch, dafs man auf jeder von 2 Rotationsscheiben einen mittleren Ring herstellt, der etwa zu 25 Graden aus schwach grünlichem Gelb, im übrigen nur aus Tuchschwarz besteht. Dieser Ring sei auf der einen Scheibe innen und aufsen von hellem Weifs, auf der anderen Scheibe hingegen von Tuchschwarz umgeben. Bei gleichzeitiger schneller Rotation der beiden Scheiben erscheint der mittlere Ring der ersteren Scheibe schwärzlich und (vorwiegend) grünlich, derjenige der zweiten Scheibe hingegen ziemlich hell und (vorwiegend) gelblich. Und die Versuchspersonen sind in der Regel sehr erstaunt, wenn man ihnen zeigt, dafs der mittlere Ring auf beiden Scheiben objektiv in ganz gleicher Weise zusammengesetzt ist. Auf die Gründe, welche diese und andere verwandte Erscheinungen[1] besitzen, soll hier nicht eingegangen werden. Ich mufs nur bemerken, dafs die von mir beliebte Ausdrucksweise „Tendenz zur Überschätzung der Grünlichkeit eines gelblichen Schwarz" nur der Kürze wegen vorläufig so gewählt ist und nicht im Entferntesten die Behauptung einschliefsen soll, dafs physikalisch-chemische Wechselbeziehungen, wie ich solche bereits hinsichtlich der einander nicht entgegengesetzten chromatischen Netzhautprozesse dargelegt habe (*diese Zeitschr.*, XIV, S. 179 ff.), hier nicht im Spiele seien. Jene Ausdrucksweise ist übrigens insofern ganz unanfechtbar, als eben jede nicht eingeweihte Versuchsperson glaubt, dafs das betrachtete farbige Feld auch unter gewöhnlichen Umständen, d. h. nach Beseitigung des das Feld stark verdunkelnden Helligkeitskontrastes, vorwiegend grünlich erscheinen werde. An dieser Stelle kam es mir nur darauf an, vorläufig kurz hervorzuheben, dafs jene Tendenz (ebenso wie die entsprechende Tendenz, die Rötlichkeit eines bläulichen Weifs zu überschätzen) sich vermutlich auch bei der galvanischen Reizung des Sehorganes mit geltend macht.

Es ist gar kein Zweifel, dafs bei nicht wenigen Angaben anderer Beobachter, welche anscheinend nicht ganz zu dem von uns Berichteten stimmen, dieser Anschein lediglich durch eine ungenügende sprachliche Bezeichnung des Beobachteten bedingt ist. Den Reigen derjenigen, welche ihre galvanischen Gesichtsempfindungen ungenügend bezeichnet haben, eröffnet RITTER, welcher, wie bereits erwähnt, helles Blau und dunkles Rot als die den beiden Stromesrichtungen entsprechenden Farben angiebt. Aus demjenigen, was er weiterhin (*Gilbert's Ann.* 7. 1801. S. 467) mitteilt, ist aber zu ersehen, dafs er zwei komplementäre Farben als rot und blau bezeichnet! Auch PURKINJE bezeichnet

---

[1] Man vergleiche z. B. VON KRIES, *Die Gesichtsempfindungen und ihre Analyse,* S. 60.

die bei der absteigenden Stromesrichtung vorhandene Färbung nur als gelb und nicht als grüngelb, wie gemäfs der Thatsache erwartet werden kann, dafs er für den aufsteigenden Strom die violette Farbe angiebt. Er selbst aber berichtet, dafs die galvanische Violettempfindung bei Einwirkung von gelbem Lichte von dem Tone der galvanischen Gelbempfindung grau geworden sei, und ebenso sei der Eindruck von Grau entstanden, wenn man bei absteigender Richtung des galvanischen Stromes violettes Licht habe einwirken lassen. Das von Purkinje bei letzterer Stromesrichtung beobachtete Gelb war also thatsächlich ein Grüngelb. Auch Schliephake bezeichnet die beiden galvanischen Gesichtsempfindungen als violett und gelb, obwohl er die soeben erwähnten, von Purkinje angestellten Versuche mit gleichem Erfolge wie dieser angestellt hat. Ebenso wenig wie Purkinje und Schliephake haben andere Beobachter ein Interesse an einer genaueren Bezeichnung der Färbung ihrer galvanischen Gesichtsempfindungen gehabt. Wenn also Brenner als die Farben seiner galvanischen Gesichtsempfindungen Himmelblau[1] und Gelbgrün angiebt und hinzufügt, dafs die Aussagen der von ihm untersuchten Personen bei weitem am häufigsten mit seinen eigenen Wahrnehmungen in Einklang gewesen seien, wenn Neftel bemerkt, dafs die Mehrzahl der Personen Hellblau und Gelbgrün wahrnehme,[2] wenn Erb für seine Person die beiden Farben Blaurot und Gelb angiebt, wenn Aubert (*Physiol. der Netzhaut* S. 345 f.) berichtet, bei aufsteigendem Strome Hellviolett und bei absteigendem ein schwach grünlich[3] gefärbtes Dunkel wahr-

[1] Nach Helmholtz (*Physiol. Optik.* 2. Aufl. S. 325) werden auch weifsliche Nüancen des Violett als Himmelblau bezeichnet.

[2] Neftel fährt fort: „Manche sehen anstatt blau violett oder weifs, und anstatt gelbgrün gelb oder grün oder rot. Einige sehen überhaupt nur eine einzige Farbe, namentlich unter dem Einflusse der Anode blau, und gar keine Farbe unter dem Einflusse der Kathode, bei deren Öffnung die blaue Farbe wieder erscheint.“ Alle diese Angaben stehen mit dem von mir Gefundenem durchaus in Einklang, wenn man die übliche Ungenauigkeit der Farbenbezeichnungen berücksichtigt. Nur die Angabe von Rot für den absteigenden Strom scheint eine Ausnahme zu bilden. Allein auch diese Angabe habe ich erhalten, wenn ich gewisse, weiterhin zu erwähnende Fehlerquellen walten liefs.

[3] Es liegt hier wiederum ein Beispiel für die oben erwähnte Tendenz vor, die Grünlichkeit dunkler Nüancen von Grüngelb zu überschätzen. Dafs auch bei Aubert das bei absteigendem Strome wahrgenommene

genommen zu haben, so können wir in allen diesen Angaben getrost eine Bestätigung dessen erblicken, was sich bei meinen Untersuchungen herausgestellt hat.

VIRCHOW hat gelegentlich (*Verhandl. d. Berl. Ges. f. Anthropol.* 1878. S. 289) auf die Hülflosigkeit aufmerksam gemacht, in welcher sich nach seinen Erfahrungen die Studierenden der Medizin zu befinden pflegen, wenn es sich um eine genauere Bezeichnung von Farben handelt. Man kann hiernach ermessen, welches geringe Maſs von Beachtung schon allein aus diesem Gesichtspunkte solche Untersuchungen über die galvanische Reaktion des Sehorganes verdienen, die man, ohne im geringsten nach dem Farbenbenennungsvermögen der Beteiligten zu fragen, an demjenigen Materiale von Versuchspersonen angestellt hat, welches dem Ophthalmologen, Elektrotherapeuten u. s. w. in der Klinik oder Polikinik zur Verfügung zu stehen pflegt.

3. Wie schon erwähnt, ist die Färbung der galvanischen Gesichtsempfindung bei absteigendem Strome im allgemeinen weniger deutlich als bei aufsteigendem. Es kommt gar nicht selten vor, daſs die Versuchsperson bei geschlossenen Augen zwar die violette Färbung bei letzterer Stromesrichtung ohne weiteres erkennt, hingegen bei ersterer Stromesrichtung nur angiebt, daſs das Sehfeld dunkler geworden sei. In diesem Falle hilft häufig ein einfaches Mittel. Häufig ist nämlich bei absteigendem Strome die chromatische Sehnervenerregung nicht absolut genommen zu schwach, sondern nur relativ, d. h. im Verhältnis zur vorhandenen, durch den galvanischen Strom beträchtlich gesteigerten Schwarzerregung. In solchem Falle erzielt man (gemäſs den von mir in *dieser Zeitschrift.* XIV. S. 35f. gegebenen Ausführungen) die Erkennbarkeit des Gelb oder Grüngelb einfach dadurch, daſs man den Versuch nicht bei verschlossenen Augen oder im Dunkeln anstellt, sondern die Versuchsperson während der Einwirkung des Stromes auf eine graue Fläche von (leicht ausprobierbarer) mäſsiger Helligkeit blicken läſst. Bei drei Versuchspersonen konnte die gelbliche

---

Dunkel gelbgrün gefärbt war, ergiebt sich daraus, daſs er angiebt, die Eintrittsstellen der Sehnerven (welche stets in der Kontrastfarbe des umgebenden Grundes erscheinen, falls sie überhaupt zu besonderer Wahrnehmung kommen) seien ihm bei dieser Stromesrichtung als helle, sehr schwach violette Scheiben mit gelblichem Rande erschienen.

Färbung der Empfindung des absteigenden Stromes überhaupt nur auf die soeben erwähnte Weise festgestellt werden. Auch die oben erwähnte Schwierigkeit, welche die sprachliche Benennung der Empfindung des absteigenden Stromes vielfach bereitet, fällt weg oder ist wenigstens eine viel geringere, wenn man nicht mit verschlossenen Augen beobachten läfst, sondern die galvanische Gesichtsempfindung auf eine graue Fläche projizieren läfst. Es kommt vor, dafs eine Versuchsperson hinsichtlich der Benennung jener Empfindung hin und her schwankt (gelegentlich sogar von Rötlichkeit spricht), so lange man mit verschlossenen Augen beobachten läfst, sich aber sofort mit Entschiedenheit für Gelb entscheidet, sobald man das Projektionsverfahren anwendet (oder den Strom verstärkt).

4. Natürlich mufs man sicher sein, dafs die galvanischen Gesichtsempfindungen nicht durch die Wirkungen gleichzeitiger unbeabsichtigter Lichtreize oder durch die Nachwirkungen vorheriger Lichtreize beeinflufst werden. Demgemäfs habe ich stets in der angegebenen Weise im Dunkelzimmer operiert. Beobachtet man bei geschlossenen Augen in einem hellen Raume, so entspringt eine Fehlerquelle daraus, dafs sich der vielfach nur schwachen chromatischen Wirkung des Stromes der Einflufs des durch die Augenlider hindurchfallenden rötlichen Lichtes hinzufügt. Alsdann kann es geschehen, dafs infolge letzteren Einflusses für beide Stromesrichtungen fälschlicherweise die Farben Blaurot und rötliches Gelb angegeben werden.

5. Eine andere Fehlerquelle ist dann vorhanden, wenn, wie seitens mancher Beobachter (z. B. Ruete) geschehen ist, die eine Elektrode unmittelbar auf den Augapfel oder gar auf jeden der beiden Augäpfel eine Elektrode aufgesetzt und hierdurch die Möglichkeit gegeben wird, dafs sich zu der elektrischen Reizung noch eine mechanische Reizung des Auges hinzugesellt.

6. Sehr zu beachten ist Folgendes. Wird ein das Sehorgan durchfliefsender Strom geschlossen, so entsteht zunächst die lebhafte Empfindung eines Lichtblitzes, welcher dieselbe Färbung besitzt wie die im allgemeinen weit schwächere Empfindung, welche während des Geschlossenbleibens desselben Stromes besteht. Jener Lichtblitz ist an und für sich von einem negativen Nachbilde gefolgt, dessen Farbe zu der Farbe

des Blitzes antagonistisch ist. Es kommt nun gar nicht selten vor, zumal bei Versuchspersonen, deren Sehorgan dem konstanten Strome gegenüber nur wenig empfindlich ist, daſs die negative Nachwirkung des Anfangsblitzes stärker ist als die Wirkung, welche dem Geschlossenbleiben des Stromes entspricht, so daſs man auf die Frage, welche Färbung die nach dem Anfangsblitze vorhandene Empfindung besitze, die Gegenfarbe derjenigen Farbe genannt erhält, welche der vorhandenen Stromesrichtung eigentlich entspricht.[1] In manchen Fällen gestaltet sich die Sache dadurch noch komplizierter, daſs die den drei optischen Spezialsinnen angehörigen Komponenten der negativen Nachwirkung des Anfangsblitzes wesentlich verschiedene Stärke und verschiedene Dauer besitzen. Ist z. B. der Strom absteigender Art und von nicht geringer Stärke und die Farbe des Anfangsblitzes demzufolge mehr grünlich als gelblich, so kann es geschehen, daſs die den Gelbblausinn betreffende negative Nachwirkung des Anfangsblitzes wenig merkbar ist, hingegen die den Rotgrünsinn betreffende negative Nachwirkung desselben eine beträchtliche Stärke und Dauer besitzt. In solchem Falle giebt die Versuchsperson als Farbe der nach dem Anfangsblitze vorhandenen Empfindung weder Blaurot noch Gelbgrün, sondern vielmehr ein rötliches Gelb an.

Man vermeidet die hier angedeutete Fehlerquelle dadurch, daſs man nach Schlieſsung des Stromes einige Zeit wartet, bevor man sich ein Urteil über das Wahrgenommene geben läſst,[2] oder noch besser dadurch, daſs man die Intensität des Anfangsblitzes auf ein Minimum herabdrückt, indem man (mit Hülfe eines eingeschalteten Flüssigkeitsrheostaten u. dergl.) die Versuchsperson sich möglichst allmählich in den Strom einschalten läſst.[3] Bei Versuchspersonen, bei denen die

[1] Öffnet man kurz darauf den Strom, so erhält man wieder dieselbe Farbe genannt, welche soeben für den geschlossenen Strom angegeben worden ist.

[2] Es kam also bei manchen Versuchspersonen sehr häufig vor, daſs sie unmittelbar nach dem Schlieſsungsblitz diejenige Farbe angaben, welche zu der eigentlich zu erwartenden Farbe antagonistisch war, nach kurzer Zeit sich korrigierten und die richtige Farbe angaben.

[3] So sind z. B. auch die auf S. 337 ff. erwähnten wichtigen Versuche an den Versuchspersonen K., B., P. und S. sämtlich mit möglichster Herabsetzung oder völliger Vermeidung des Schlieſsungsblitzes angestellt worden.

chromatische Wirkung des konstanten Stromes bereits während der Dauer des letzteren schnell abklingt, ist das letztere Verfahren das einzig angebrachte.

7. Bei der galvanischen Durchströmung des Auges ist vielfach nicht eine einigermafsen gleichmäfsige Färbung des ganzen Sehfeldes vorhanden, sondern je nach der Form und den Ansatzstellen der beiden Elektroden ist bald in der Gegend des blinden Fleckes, bald im Zentrum des Sehfeldes, bald anderwärts eine in der Kontrastfarbe des umgebenden Grundes gefärbte Stelle von gröfserer oder geringerer Ausdehnung wahrnehmbar. Es kommt nun in solchem Falle gar nicht selten vor, dafs die Versuchsperson ihr Urteil bei beiden Stromesrichtungen nicht auf eine und dieselbe Stelle des Sehfeldes bezieht. Wie schon von Hering hinlänglich hervorgehoben worden ist, kann eine ausgedehntere farbige Fläche, deren Färbung infolge der hohen Weifslichkeit oder Schwärzlichkeit ihres Eindruckes gar nicht oder nur schwach erkennbar ist, unter Umständen dennoch eine deutlich erkennbare Kontrastwirkung auf einer angrenzenden oder umschlossenen Fläche hervorrufen. Demgemäfs kommen bei Versuchen der hier in Rede stehenden Art z. B. Fälle folgender Art vor. Die Versuchsperson sieht bei aufsteigendem Strome im Sehfelde Hellviolett, abgesehen von einem Felde, wo sie ein gar nicht oder nur sehr schwach grüngelb gefärbtes Dunkel wahrnimmt. Bei absteigendem Strome sieht sie den Grund in jenem Dunkel, dagegen das Kontrastfeld in Hellviolett. Da nun letzteres ihre Aufmerksamkeit weit mehr auf sich zieht und eine viel ausgeprägtere Färbung besitzt als der Grund, so giebt sie getrost abermals Hellviolett als die wahrgenommene Farbe an. Man erhält also für beide Stromesrichtungen dieselbe Farbe angegeben.[1]

Behufs Vermeidung der hier angedeuteten Fehlerquelle mufs die Versuchsperson scharf dahin instruiert werden, ihr Urteil stets auf dieselbe Stelle des Sehfeldes zu beziehen. Am leichtesten aber

[1] Auch solche Fälle kommen vor, wo der Grund bei beiden Stromesrichtungen eine gar nicht oder nur sehr schwach erkennbare Färbung besitzt, und infolge dessen sich bei beiden Stromesrichtungen das Urteil auf Farbe und Helligkeit des Kontrastfeldes bezieht. In solchem Falle erhält man für beide Stromesrichtungen genau die Umkehrung der wirklich richtigen Urteile.

wird diese Fehlerquelle vermieden, wenn man eben nicht bei verschlossenen Augen beobachten läfst, sondern einen gekennzeichneten Punkt einer grauen Fläche fixieren läfst mit der Aufforderung, stets nur über die Helligkeit und Färbung der unmittelbaren Umgebung des fixierten Punktes (oder eines anderen, durch seine Beziehung zum fixierten Punkte charakterisierten Teiles der betrachteten Bildfläche) zu urteilen. Dafs Versuchspersonen, bei denen die Färbung des Sehfeldes keine einigermafsen gleichförmige ist, erst recht leicht verwirrt werden, wenn sie während der Einwirkung des Stromes Augenbewegungen ausführen, durch welche die Erregung der verschiedenen Netzhautteile fortwährend eine andere wird, braucht nicht erst bemerkt zu werden.

8. Der soeben erwähnten Fehlerquelle verwandt ist diejenige, welche darin besteht, dafs die Versuchsperson unter Umständen eine Tendenz hat, ihr Urteil über die Helligkeit auf andere Teile des Sehfeldes zu beziehen, als ihr Urteil über die Färbung. Es kommt z. B. bei absteigendem Strome vor, dafs die gelbliche Färbung nur in der Mitte des Sehfeldes erkennbar ist, rings herum dagegen nur ein vertieftes Schwarz wahrgenommen wird. In solchem Falle wird die Versuchsperson, in Hinblick auf dieses vertiefte Schwarz, die Frage, wie sich die Helligkeit unter dem Einflusse des galvanischen Stromes verhalte, sehr leicht einfach dahin beantworten, dafs eine Verdunkelung eingetreten sei, und die Frage nach der eventuellen Färbung wird sie natürlich mit der Angabe von Gelb beantworten, ohne sich dabei überhaupt die Frage vorzulegen, ob auch an demjenigen Teile des Sehfeldes, in welchem das Gelb erkennbar ist, eine Verdunkelung oder nicht vielmehr (infolge der aufhellenden Wirkung des Gelb) eine Aufhellung eingetreten sei. Nur eine zu gröfserer Genauigkeit bereits herangezogene Versuchsperson wird in einem Falle der hier in Rede stehenden Art bei ihrem Helligkeitsurteile auf das verschiedene Aussehen der verschiedenen Teile des Sehfeldes näher eingehen.

9. Nach dem Bisherigen wird man es leicht verstehen, weshalb es bei manchen Versuchspersonen erst einer gewissen Schulung bedarf, damit sie zu richtigen Urteilen gelangen. Diese Schulung besteht nicht in einer Suggestion dessen, was man von der Wahrnehmung der Versuchsperson erwartet,

sondern darin, dafs letztere geübt wird, trotz der mehr oder weniger unangenehmen Nebenwirkungen des galvanischen Stromes ihre Aufmerksamkeit kaltblütig auf die galvanischen Gesichtseindrücke zu konzentrieren,[1] ihr Urteil immer auf dieselbe Gegend des Sehfeldes zu beziehen, Augenbewegungen möglichst zu vermeiden, von der unmittelbaren Nachwirkung des Schliefsungsblitzes zu abstrahieren und die wahrgenommene Färbung genau und nur dann zu benennen, wenn völlige Sicherheit besteht, dafs die beabsichtigte Benennung dem Charakter der vorhandenen Empfindung wirklich entspricht. Natürlich kommen bei den Versuchspersonen aufser den hier angedeuteten Fähigkeiten auch noch ganz andere Eigenschaften in Betracht. Wie jeder nicht ganz Unerfahrene weifs, giebt es Individuen, die eine Neigung haben, an einer einmal gemachten Aussage lediglich aus Eigensinn festzuhalten, ebenso solche, die sich interessant vorkommen, wenn sie glauben, etwas Besonderes, das bei anderen Versuchspersonen nicht vorkomme, von sich aussagen zu können, und aus solchem Grunde zu einer objektiven Nachprüfung und Kontrolle des einmal von ihnen Ausgesagten nicht recht geneigt sind. Ferner würde man auch solche finden, welche diese lästigen Versuche nach kurzer Zeit satt haben und dann mit den und den Aussagen, auf deren Richtigkeit es ihnen gar nicht weiter ankommt, der Sache kurzweg ein Ende machen. Und endlich dürften auch solche nicht fehlen, welche glauben, durch die Willkürlichkeit ihrer eigenen Aussagen bei den Versuchen den Erweis dafür erbringen zu können, dafs alle Untersuchungen der Psychophysik und experimentellen Psychologie wertlos seien. Da die bisherigen Untersuchungen der Elektrotherapeuten u. A. über die galvanischen Gesichtsempfindungen an mehr oder weniger zufällig herausgegriffenen Versuchspersonen der verschiedensten

[1] Ein in Beobachtungen wohl geübter Naturforscher, dessen Aussagen anfänglich keine genügende Übereinstimmung zu einander zeigten, gestand mir selbst, es sei ihm anfänglich wegen der Störung durch die unangenehmen Nebenwirkungen des Stromes nicht möglich gewesen, seine Aufmerksamkeit genügend auf die Beobachtung und Benennung der eintretenden Gesichtsempfindungen zu konzentrieren. Zu den störenden Nebenwirkungen des Stromes gehören auch die häufig recht eindringlichen Geschmacksempfindungen (eines sauren oder metallischen Geschmackes). Bei einer Versuchsperson trat auch eine Geruchsempfindung auf.

Art stattgefunden haben, so habe auch ich, um eben hinter die Fehlerquellen zu kommen, welche bei einem derartigen Materiale von Versuchspersonen in Betracht kommen, nicht blos in psychologischen und naturwissenschaftlichen Beobachtungen geübte Versuchspersonen[1] benutzt, sondern Individuen der verschiedensten Art, welche zu einem grofsen Teile ohne jede Beziehung zu einander waren, zu den Versuchen herangezogen. Ich habe mich aber von vorn herein wohl gehütet, bei den Versuchen solche Individuen zu benutzen, bei denen ich nicht Grund hatte, die Abwesenheit der oben angeführten ungünstigen Eigenschaften vorauszusetzen. Ferner habe ich, wie schon früher erwähnt, nur Personen von einem höheren Bildungsgrade benutzt, entsprechend den Anforderungen, welche derartige Versuche an die intellektuellen Fähigkeiten stellen. Von Versuchen an Hysterischen, an Dienstmädchen, an Bäckerlehrlingen, an elfjährigen Schlachterssöhnen u. dergl. habe ich mir, im Gegensatze zu manchen meiner Vorgänger, eine wissenschaftliche Aufklärung nicht versprochen. Und ich brauche nach dem Bisherigen nicht erst auszuführen, weshalb ich schablonenhaften Massenuntersuchungen (z. B. an Schulklassen) über unseren Gegenstand eine nennenswerte Bedeutung nicht würde zuschreiben können. —

Wenn also seit Brenners Veröffentlichung die Ansicht herrscht, dafs hinsichtlich der Färbung der galvanischen Gesichtsempfindungen eine allgemeine Regel nicht bestehe, so glaube ich berechtigt zu sein, diese Ansicht für eine nicht hinlänglich begründete zu erklären, weil die ihr zu Grunde liegenden Untersuchungen eine genügende Berücksichtigung der im Vorstehenden angedeuteten Fehlerquellen in keiner Weise erkennen lassen. Zu dieser Erklärung glaube ich umsomehr berechtigt zu sein, weil ich die meisten derjenigen Angaben, welche von dem von mir gefundenen Verhalten der Färbung der galvanischen Gesichtsempfindungen abweichen (z. B. die Angabe einer rötlichen Farbe für den absteigenden Strom, die Angabe von Blau für beide Stromesrichtungen, die Angabe von Grünblau für den aufsteigenden Strom, von Gelb für den aufsteigenden und von Lila für den absteigenden

---

[1] Nur etwa vier bis fünf Versuchspersonen haben vermuten können, worum es sich bei meinen Versuchen handele.

Strom), bei meinen Versuchen gleichfalls gelegentlich erhalten habe, aber unschwer als auf dieser oder jener Fehlerquelle beruhend nachweisen konnte. Individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich der galvanischen Gesichtsempfindungen bestehen auch nach den von mir erhaltenen Resultaten, aber diese Verschiedenheiten sind nur quantitativer Art; sie betreffen nur die Stärkegrade und Stärkeverhältnisse, in denen die drei optischen Spezialsinne an der galvanischen Erregung beteiligt sind. Daſs hinsichtlich der Beschaffenheit der galvanischen Gesichtsempfindungen neben dem von mir gefundenen Typus noch andere Typen vorkommen, ist natürlich durch die Resultate meiner auf 26 Versuchspersonen beschränkten Untersuchung nicht völlig ausgeschlossen, aber andererseits auch nicht wahrscheinlich, jedenfalls durch die zur Zeit vorliegenden Untersuchungen nicht erwiesen.

Der Gedanke, daſs noch ein zweiter Typus vorkomme, der mir zufällig bei meinen Versuchen nicht entgegengetreten sei, wird am meisten durch die Untersuchung nahegelegt, welche Brunner in ausgedehnter Weise an sich selbst angestellt hat. Wie schon früher (S. 331) erwähnt, beobachtete derselbe bei aufsteigendem Strom ein helles Blaugrün, bei absteigendem ein dunkleres Gelbrot. Dieselben (zur Theorie der Gegenfarben an und für sich gut stimmenden) Resultate erhielt auch Ruete bei Untersuchung seiner eigenen galvanischen Gesichtsempfindungen. Bei Erhöhung der Stromstärke änderte sich bei Brunner die Beschaffenheit der galvanischen Gesichtsempfindung angeblich in der Weise, daſs bei aufsteigendem Strome die Bläulichkeit immer mehr über die Grünlichkeit, bei absteigendem Strome die Rötlichkeit immer mehr über die Gelblichkeit die Überhand bekam. Allein man kann sich nicht verhehlen, daſs den Angaben Brunners gegenüber eine gewisse Zurückhaltung angezeigt ist. Er selbst sagt von sich (a. a. O. S. 7): „Feine Farbennüancen zu unterscheiden wird mir schwer und leicht unmöglich, wo bei anderen noch viel geringere Unterschiede verschiedene Empfindungen hervorrufen.“ Weiterhin (S. 12, 14, 17, 29) teilt er mit, daſs die Färbung der galvanischen Gesichtsempfindung bei Schlieſsung eines Stromes nahezu oder merkbar dieselbe gewesen sei, wie bei Öffnung desselben.[1] Diese

[1] Nur einmal (S. 33) bemerkt er, es sei ihm einige Male „ganz so vorgekommen, als ob nach dem Öffnen eine kurz dauernde schwache Empfindung von der Farbe des entgegengesetzten Poles sich einstellte“. Die Behauptung von Brunner, bei Öffnung des Stromes merkbar dieselbe Empfindung beobachtet zu haben wie bei Schlieſsung desselben, erinnert an die auf S. 347 (Anmerkung 1) erwähnten Fälle, wo meine Versuchspersonen sich in gleicher Weise äuſserten. Und in der That kann man sich die Hauptangaben Brunners durch dieselbe Fehlerquelle erklären, welche jene Aussagen meiner Versuchspersonen bedingte. Brunner spricht gelegentlich (S. 14) von dem blendend grünlichen Blitze, den er bei Öffnung des aufsteigenden Stromes wahrgenommen habe. Demgemäſs

Mitteilung steht in schroffem Widerspruche zu der allgemein anerkannten, für die allermeisten Individuen sehr leicht nachweisbaren Thatsache, dafs die bei Öffnung eines Stromes eintretende Empfindung mit derjenigen Empfindung übereinstimmt, die bei Schliefsung des entgegengesetzt gerichteten Stromes stattfindet. Sehr eigentümlich ist endlich auch die Bemerkung von Brunner (S. 13), dafs es ihm nicht gelungen sei, bei offenen Augen die galvanische Gesichtsempfindung nach aufsen zu projizieren. Keine meiner Versuchspersonen hat bei dem Projektionsverfahren auch nur die geringste Schwierigkeit empfunden. Ich glaube hiernach nicht zu weit zu gehen, wenn ich behaupte, dafs Brunner auf diesem Gebiete als ein kompetenter Beobachter nicht angesehen werden darf. Inwieweit diejenigen Versuchspersonen von Brenner, Erb u. a., deren Aussagen zu dem von mir Gefundenen anscheinend nicht stimmen, vor Brunner mehr voraushaben als den Umstand, dafs wir sie hinsichtlich ihrer Beobachtungsfähigkeit nicht kontrollieren können, mufs dahingestellt bleiben. Auch auf die oben erwähnte, beiläufige Notiz von Ruete können wir die Annahme eines zweiten, zu den Angaben Brunners stimmenden Typus von Individuen unmöglich gründen. Auch gemeinsame Fehlerquellen erzeugen übereinstimmende Aussagen. Man könnte geneigt sein auch Ritter, welcher Rot und Blau als die den beiden Stromesrichtungen entsprechenden Farben angiebt, als einen Vertreter des hier in Frage stehenden zweiten Typus in Anspruch zu nehmen. Allein die schon früher (S. 343) charakterisierten Aussagen Ritters (und vielleicht auch mancher seiner Nachfolger) dürften, wie schon Purkinje bemerkt hat, durch die Neigung bestimmt sein, dem Gegensatze der beiden Stromesrichtungen denjenigen vermeintlichen Gegensatz entsprechen zu lassen, der zwischen den Farben der beiden Enden des Sonnenspektrums bestehe. —

Da sich nicht näher angeben läfst, inwieweit der galvanische Strom bei dem von mir benutzten Verfahren (brillenartige Form der Elektrode u. s. w.) seinen Weg gerade durch die betreffenden Teile der Netzhaut nimmt, so läfst sich auch nicht recht entscheiden, ob die Übereinstimmung, welche die von mir an den verschiedenen Versuchspersonen erhaltenen Resultate im wesentlichen zeigen, nicht zu einem Teile auch darauf beruht, dafs ich im allgemeinen mit stärkeren Strömen operiert und demgemäfs auch im allgemeinen eine ausgeprägtere Färbung der

---

hat er auch bei Schliefsung eines absteigenden Stromes einen blendend grünlichen Blitz empfunden. Dieser Blitz hinterliefs an und für sich ein intensives negatives Nachbild von wesentlich rötlicher Färbung. Und so kam es, dafs nach diesem Anfangsblitze nicht ein grünliches, sondern rötliches Gelb wahrnehmbar war. Ebenso mufste bei Schliefsung des aufsteigenden Stromes das negative Nachbild des stark rötlichen Anfangsblitzes bewirken, dafs nach dem letzteren nicht ein schwach rötliches, sondern ein grünliches Blau auftrat. Es ist darauf aufmerksam zu machen, dafs Brunner selbst zu wiederholten Malen (z. B. S. 15, 16 und 27) davon spricht, dafs auch während der Dauer des konstanten Stromes die Empfindung durch einzelne (durch Augenbewegungen u. dergl. bedingte) stärkere Blitze unterbrochen gewesen sei, und selbst an einer Stelle (S. 29) von einer wahrgenommenen gelbgrünen Farbe spricht.

galvanischen Gesichtsempfindungen erzielt habe als meine Vorgänger. Es beliefen sich die von mir als schwach bezeichneten Ströme bis zu einer Stärke von 7 milliamp., Ströme von mäfsiger Stärke besafsen 7—13, starke Ströme 13—17, sehr starke Ströme 17—22 milliamp. Das benutzte Milliampèremeter war im hiesigen physikalisch-chemischen Institut kontrolliert worden.

§ 4. In welcher Netzhautschicht erfolgt die direkte Einwirkung des Stromes?

Was die Frage anbelangt, welche Teile des Sehorganes durch den galvanischen Strom direkt gereizt werden, so hat schon SCHELSKE (a. a. O. S. 50) und späterhin HELMHOLTZ (*Physiol. Optik*, 2. Aufl., S. 246 ff.) an der Hand der Erscheinungen, welche bei seitlichem (an einem Augenwinkel stattfindenden) Ein- oder Austreten des Stromes zu beobachten sind, gezeigt, dafs die Stelle, welche bei der elektrischen Durchströmung des Auges direkt gereizt wird, „in den hintersten Schichten der Netzhaut zu suchen ist, was mit den Erfahrungen über die Erregung durch Licht ... zusammenstimmt“. Gegen die Annahme, dafs die galvanischen Gesichtsempfindungen durch eine Reizung des Sehnervenstammes zu stande kämen, hat überdies O. SCHWARZ mit Recht eingewandt, dafs man sich schwer denken könne, „dafs die am deutlichsten und weitaus am meisten beobachtbaren Lichterscheinungen in der Projektionsrichtung des gelben, sowie des blinden Flecks von einer partiellen Reizung derjenigen Fasergruppen des Sehnervenstammes abhingen, welche zur Macula und zur unmittelbaren Umgebung der Papille ziehen; und eine durch Erregung des gesamten Sehnervenquerschnittes (resp. der Papille) bewirkte Lichterscheinung müfste doch immer das ganze Gesichtsfeld ausfüllen.“[1] Derselbe Forscher (a. a. O. S. 593 ff.) hat ferner noch einen (der Raumersparnis halber hier nicht

[1] Treten wirklich, wie BRENNER (a. a. O. S. 72) meint, im galvanischen Lichtbilde unter Umständen dunkle Linien auf, welche den Netzhautgefäfsen entsprechen, so ist dies gleichfalls eine Beobachtungsthatsache, welche durch Annahme einer Reizung des Sehnervenstammes absolut nicht erklärt werden kann. Ferner ist nach unseren früheren Ausführungen (*diese Zeitschr.*, 14, S. 25 ff.), nach denen der Simultankontrast peripherischen Ursprunges ist, hier auch daran zu erinnern, dafs die auf elektrischer Reizung beruhenden Gesichtseindrücke gleichfalls von Erscheinungen des Simultankontrastes begleitet sind, wie z. B. die Thatsache zeigt, dafs bei gewissen Arten der Durchleitung des Stromes durch

mitzuteilenden) neuen Versuch erdacht und ausgeführt, aus dessen Resultat sich ganz klar ergiebt, daſs die Reizung durch den galvanischen Strom auch nicht in der Nervenfaserschicht der Netzhaut, sondern in einer mehr nach auſsen gelegenen Retinaschicht zu stande kommt.

SCHWARZ selbst hält es für das Wahrscheinlichste, daſs die Zapfenfasern und nicht die Zapfen selbst von dem galvanischen Strome direkt erregt werden. Wird nämlich das Auge von der Seite her durchströmt, so erscheinen bei geeigneter Blickrichtung rechts und links neben dem Fixationspunkte zwei querovale Felder, von denen das in die helle Hälfte des Sehfeldes hineinragende dunkel, das in die dunkle Hälfte hineinfallende hell erscheint. Das Erscheinen dieser beiden Felder führt SCHWARZ mit HELMHOLTZ darauf zurück, „daſs am gelben Fleck die Faserzüge der Netzhaut radial divergierend gegen die dazu gehörigen Ganglienzellen verlaufen, und die elektrischen Ströme bei der betreffenden Blickrichtung am gelben Fleck parallel der Fläche der Netzhaut flieſsen." „Da die Zapfen selbst", fährt SCHWARZ fort, „senkrecht zur Fläche der Netzhaut stehen, und die zur Fovea radiäre Richtung erst in den Zapfenfasern beginnt, wo sie zugleich am stärksten ausgeprägt ist, so kommt man hierdurch zu der Annahme, daſs höchstwahrscheinlich die Zapfenfasern an der galvanischen Erregung teilnehmen, indem an den Stellen ihrer stärksten Krümmung virtuelle Pole entstehen — vorausgesetzt, daſs die Erregung nicht etwa lediglich in den mittleren Netzhautschichten erfolgt, was sich indes schwer vorstellen lieſse." Mir scheint die Annahme, daſs diejenigen Teile, welche von dem galvanischen Strome direkt gereizt werden, die Auſsenglieder der Zapfen (Stäbchen) seien, in denen auch das Licht seine unmittelbaren Wirkungen photochemischer Art entfaltet,

das Sehorgan die dem blinden Flecke und seiner Umrandung entsprechende Gegend des Sehfeldes diejenige Färbung besitzt, welche zu der sonst im Sehfelde herrschenden Färbung antagonistisch ist. HELMHOLTZ (a. a. O. S. 247) führt dieses Verhalten darauf zurück, daſs die starke Sehnenscheide des Sehnerven als schlecht leitende Masse in Betracht komme und bewirke, „daſs die dicht davor liegenden Nervenelemente, die das Mark des eintretenden Nerven unmittelbar umgeben, vor der Durchströmung verhältnismäſsig geschützt sind. Deren Zustand aber pflegen wir... auf die ganze Ausdehnung des Sehnervenquerschnittes zu übertragen".

keineswegs unfähig zu sein, das Auftreten der oben erwähnten querovalen Felder[1] zu erklären. Man braucht nur hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit der Zapfen und ihrer Umgebung eine geeignete Annahme zu machen, z. B. die Annahme, dafs jedes Zapfengebilde (Aufsen- und Innenglied, Zapfenkorn und Zapfenfaser) viel besser leite als seine Umgebung, oder die näher liegende Annahme, dafs jedes Zapfengebilde einem senkrecht zu seiner Längserstreckung ein- oder austretenden Strome wegen eintretender Grenzpolarisation einen Leitungswiderstand entgegensetze, welcher in Vergleich zu dem in der Längsrichtung bestehenden Leitungswiderstande grofs sei. Bei einer solchen Annahme kommt man zu dem Resultate, dafs z. B. ein elektrischer Strom, welcher die Faser eines Foveazapfens in aufsteigender Richtung durchfliefst, mit einem erheblichen Teile seiner Intensität diesen Zapfen in seiner Totalität durchfliefsen mufs, mithin auch auf das Aufsenglied desselben wirken mufs. Das Auftreten der beiden oben erwähnten querovalen Felder läfst sich also in der That auch dann erklären, wenn man die Annahme zu Grunde legt, dafs die lichtempfindliche Schicht der Netzhaut zugleich auch der Ausgangspunkt der galvanischen Erregungen des Sehorganes sei. Es läfst sich nun aber für letztere Annahme zugleich noch Folgendes in positiver Weise anführen.

Geht man von der Voraussetzung aus, es erfolge die direkte Einwirkung des galvanischen Stromes nicht auf die lichtempfindliche Netzhautschicht, sondern auf die Zapfenfasern oder irgendwelche andere innerhalb der Netzhaut gelegene Teile der nervösen Sehbahn, so mufs sich das Verhalten der bei Schliefsung und Öffnung des Stromes eintretenden Empfindungen aus dem Zuckungsgesetze oder vielmehr aus den diesem Gesetze zu Grunde liegenden Verhaltungsweisen des elektrisch durchströmten Nerven[2] ableiten lassen. An die Stelle der Erregung oder Hemmung, welche in der dem Muskel zugewandten Partie des motorischen Nerven herrscht, tritt die Erregung, welche in dem zentralwärts (nach der Ganglienzellenschicht

---

[1] Es braucht nicht erst darauf aufmerksam gemacht zu werden, dafs das Auftreten dieser querovalen Felder gleichfalls mit der Annahme unverträglich ist, dafs durch den galvanischen Strom der Sehnerv direkt gereizt werde.

[2] Man vergleiche hierzu z. B. BIEDERMANN, a. a. O. S. 558 ff.

hin) gelegenen Teile der Zapfenfasern oder der sonstigen in Betracht kommenden Elemente der nervösen Leitungsbahn hervorgerufen wird. Diese Erregung ist für die Beschaffenheit der galvanischen Gesichtsempfindung mafsgebend, und zwar kann dieselbe entweder eine solche Erregung sein, welche eine galvanische (violette) Hellempfindung bewirkt, oder eine solche, welche eine galvanische (grüngelbe) Dunkelempfindung[1] hervorruft. Die eine dieser beiden Erregungen entspricht demjenigen Zustande des motorischen Nerven, welcher auf den Muskel erregend wirkt, die andere hingegen demjenigen Zustande, den man als eine Hemmung oder als eine Herabsetzung der Erregbarkeit des motorischen Nerven bezeichnet. Ob nun die der galvanischen Hellempfindung zu Grunde liegende Erregung jenem ersteren und die der galvanischen Dunkelempfindung zu Grunde liegende Erregung diesem zweiten Zustande des motorischen Nerven entspricht, oder es sich umgekehrt verhält, kann nur die Erfahrung entscheiden. Leiten wir einen schwachen aufsteigenden Strom durch das Sehorgan, so tritt bei der Stromschliefsung eine Hellempfindung ein. Da bei der Schliefsung eines im motorischen Nerven aufsteigenden schwachen Stromes (der ersten Stufe des Zuckungsgesetzes entsprechend) Zuckung des Muskels eintritt, so würde hiernach die der galvanischen Hellempfindung zu Grunde liegende Erregung als diejenige anzusehen sein, welche der bei der Stromschliefsung von der (physiologischen) Kathode und bei der Stromöffnung von der (physiologischen) Anode ausgehenden Erregung des motorischen Nerven entspricht. Da nach dem Zuckungsgesetze ein (der ersten Stufe entsprechender) schwacher a b s t e i g e n d e r Strom bei seiner Schliefsung gleichfalls Zuckung bewirkt, so wäre nun nach der hier in Frage stehenden Annahme zu erwarten, dafs ein im Sehorgane absteigender schwacher Strom bei seiner Schliefsung gleichfalls eine Hellempfindung hervorrufe. Dies ist aber keineswegs der Fall, sondern der Schliefsung eines solchen Stromes entspricht das

---

[1] Es handelt sich hier nur um eine kurze Bezeichnung der beiden galvanischen Gesichtsempfindungen. Dafs bei derselben von den früher (S. 337 ff.) erwähnten Ausnahmefällen abgesehen ist, wo die chromatische Wirkung des Stromes mit ihrem Einflusse auf die Helligkeit zu überwiegender Geltung kommt, braucht nicht erst bemerkt zu werden.

Eintreten einer galvanischen Dunkelempfindung.[1] Nach dem Zuckungsgesetze ruft ein mittelstarker Strom bei beiden Stromesrichtungen sowohl bei der Schliefsung als auch bei der Öffnung Zuckung hervor. Hiernach müfste ein das Sehorgan durchfliefsender mittelstarker Strom bei beiden Stromesrichtungen sowohl bei der Schliefsung als auch bei der Öffnung die galvanische Hellempfindung hervorrufen. Dies ist wiederum keineswegs der Fall. Denn ein aufsteigender Strom bewirkt bei der Öffnung und ein absteigender Strom bei der Schliefsung die galvanische Dunkelempfindung. Dem Zuckungsgesetze gemäfs entspricht endlich der Schliefsung eines s t a r k e n aufsteigenden Stromes Ruhe, der Öffnung Zuckung des Muskels, während der Schliefsung eines starken absteigenden Stromes Zuckung, der Öffnung Ruhe (oder schwache Zuckung) des Muskels entspricht. Hiernach müfste bei hoher Stromstärke die Schliefsung eines im Sehorgane aufsteigenden und die Öffnung eines in demselben absteigenden Stromes die galvanische Dunkelempfindung bewirken, hingegen die Öffnung eines aufsteigenden und die Schliefsung eines absteigenden Stromes die galvanische Hellempfindung hervorrufen, während thatsächlich in allen diesen vier Fällen genau die gegenteilige Wirkung eintritt.[2] In Wirklichkeit verhalten sich also die galvanischen Gesichtsempfindungen ganz anders, als zu erwarten wäre, wenn der galvanische Strom auf einen Teil der nervösen

[1] Wie schon früher bemerkt worden ist und weiterhin (S. 361 ff.) noch näher dargelegt werden wird, stimmt auch bei absteigendem Strome die Empfindung des sogenannten Schliefsungsblitzes hinsichtlich der Qualität wesentlich mit derjenigen Empfindung überein, welche bei Geschlossenbleiben desselben Stromes zur Beobachtung kommt.

[2] Die Behauptung von Ritter, dafs bei sehr hoher Stromstärke sich die Farben der galvanischen Gesichtsempfindungen umkehrten, also z. B. die der Schliefsung eines aufsteigenden Stromes entsprechende Färbung bei sehr hoher Stromstärke derjenigen Färbung Platz mache, welche der Schliefsung eines nicht sehr starken absteigenden Stromes entspricht, haben weder Purkinje noch Brunner noch Helmholtz bei ihren ausdrücklich auf diesen Punkt gerichteten Versuchen bestätigt gefunden. Ich selbst bin bis zu Stromstärken von 22 milliamp. gegangen, ohne eine derartige Umkehrung der Farben beobachten zu können. Einmal habe ich auch einen Strom von 25 milliamp. über mich ergehen lassen, fand aber, dafs bei dieser Stromstärke infolge der geradezu beänstigenden Nebenwirkungen des Stromes von einer Fähigkeit zu wissenschaftlicher Beobachtung nicht mehr die Rede sein kann.

Sehbahn direkt einwirkte. Und zwar beruht dieses eigenartige Verhalten der galvanischen Gesichtsempfindungen offenbar darauf, dafs für dieselben immer nur derjenige Erregungszustand mafsgebend ist, welcher dem peripheriewärts (zapfenwärts) gelegenen der beiden physiologischen Pole (physiologische Kathode oder Anode) entspricht. Deshalb ruft ein im Sehorgane absteigender Strom bei seiner Schliefsung nicht eine Hellempfindung, sondern eine Dunkelempfindung hervor. Deshalb bewirkt auch ein stärkerer aufsteigender Strom, im Gegensatze zu dem nach dem Zuckungsgesetze zu Erwartenden, bei seiner Öffnung die galvanische Dunkelempfindung; und deshalb läfst sich an den durch den aufsteigenden Strom bei seiner Schliefsung und Öffnung bewirkten Empfindungen im Falle sehr hoher Stromstärke nicht diejenige Umkehrung der Erscheinungen beobachten, welche der dritten Stufe des Zuckungsgesetzes entspricht.

Wenn nun aber stets nur der peripheriewärts gelegene der beiden physiologischen Pole für das Verhalten der galvanischen Gesichtsempfindung mafsgebend ist, so mufs derselbe in einen Teil der Sehbahn fallen, der durch seine Struktur und Erregbarkeit eine ganz besondere Stellung einnimmt. Er kann nicht in einen Teil der nervösen Leitungsbahn, z. B. die Zapfenfasern, fallen; denn dann wäre nicht einzusehen, weshalb der zentralwärts gelegene andere physiologische Pol stets so ganz ohne Einflufs ist.[1] Er mufs vielmehr in diejenigen Teile fallen, welche sich dadurch als Organe von besonderer Beschaffenheit und Erregbarkeit bekunden, dafs das Licht seine photochemischen Wirkungen in ihnen entfaltet. Diejenigen Teile der Zapfen (Stäbchen), auf welche das Licht direkt erregend wirkt, sind also zugleich auch die Angriffspunkte der Wirksamkeit des elektrischen Stromes.[2]

---

[1] Es ist übrigens schon von vornherein nicht einzusehen, aus welchem Grunde die Zapfenfasern vor den eigentlichen Sehnervenfasern, denen sie im Grunde ganz homolog sind, den Vorzug einer besonderen Erregbarkeit besitzen sollten.

[2] Man könnte glauben, diesen Satz auch dadurch erweisen zu können, dafs man zeige, dafs eine elektrische Durchströmung des ruhenden Auges, z. B. Froschauges, ähnlich wie die Einwirkung von Licht Pigmentwanderung, Zapfenverkürzung und andere derartige Vorgänge an der lichtempfindlichen Netzhautschicht bewirkt, wie dies Angelucci (*Moleschotts Unters.*, 14, 1892, S. 257) bei der galvanischen und faradischen

Es mag hier darauf hingewiesen werden, dafs Hermann (*Pflügers Arch.*, 49, 1891, S. 530 ff.) bei seinen Untersuchungen über den elektrischen Geschmack gleichfalls zu dem Resultate kommt, dafs die elektrischen Geschmacksempfindungen dadurch entstehen, dafs der elektrische Strom auf die spezifischen Endorgane des Geschmacksinnes erregend wirkt.

Wie die Analyse des Zuckungsgesetzes ergiebt (Biedermann, a. a. O. S. 560 f.), entwickelt sich der bei der Stromschliefsung von der Kathode ausgehende Erregungszustand des motorischen Nerven leichter und bei geringerer Stromstärke als der von der Anode bei der Stromschliefsung ausgehende Nervenzustand. Hiermit steht die im Vorstehenden von uns aufgestellte Ansicht in bemerkenswertem Einklang, da nach ihr die galvanische Hellempfindung, welche leichter erweckbar ist und bei gleicher Stromstärke ausgeprägter auszufallen pflegt als die galvanische Dunkelempfindung,[1] in dem Falle eintritt, wo eine physiologische Kathode in den die Einwirkung des Stromes vermittelnden Zapfenaufsengliedern liegt, hingegen die galvanische Dunkelempfindung dann vorhanden ist, wenn sich eine physiologische Anode in den Aufsengliedern der Zapfen befindet.

Wie schon O. Schwarz (a. a. O. S. 603) bemerkt, bleibt allerdings noch die Möglichkeit bestehen, dafs wenigstens sehr starke Ströme bei plötzlicher Schliefsung oder Öffnung auch auf direktem Wege eine momentane Erregung der Sehnervenfasern oder anderer Teile der rein nervösen Sehbahn bewirken. Ich möchte indessen hervorheben, dafs zur Zeit kein Grund

---

Reizung des Dunkelfrosches in der That gefunden hat. Allein Versuche der hier angedeuteten Art können nur dann beweisend sein, wenn bei denselben die Möglichkeit einer reflektorischen Erweckung der Pigmentwanderung und jener anderen Vorgänge (durch elektrische Hautreizung) völlig ausgeschlossen ist, was bei den erwähnten Versuchen von Angelucci nicht der Fall war.

[1] In Übereinstimmung mit dem von mir (S. 334 f.) Gefundenen bemerkt schon Purkinje (a. a. O. S. 33): „Die Intension ist ungleich gröfser beim violetten als beim gelben Lichtschein." Wie Hoche (*Arch. f. Psychiatrie*, 24, 1892, S. 644) gefunden hat, ist der für die Erweckung einer Blitzempfindung erforderliche Schwellenwert der Stromstärke am geringsten für die Schliefsung des aufsteigenden Stromes, gröfser in der Regel für die Öffnung des absteigenden Stromes, noch gröfser für die Schliefsung des letzteren Stromes und am gröfsten für die Öffnung des aufsteigenden Stromes.

vorliegt, ein dieser Möglichkeit entsprechendes Verhalten für dasjenige Gebiet von Stromstärken zu behaupten, welches bei derartigen Versuchen über die galvanischen Gesichtsempfindungen überhaupt in Betracht kommt. Nach den Darstellungen verschiedener Beobachter könnte es scheinen, als ob bei nicht ganz allmählicher Schliefsung eines das Sehorgan durchfliefsenden Stromes zunächst die Empfindung eines Blitzes eintrete, welche hinsichtlich ihrer Qualität von der Stromesrichtung unabhängig sei und vermutlich auf einer direkten Erregung der Sehnervenfasern oder anderer Bestandteile der rein nervösen Sehbahn beruhe, und als ob erst nach dieser Blitzempfindung (eine genügende Stromstärke und Stromdauer vorausgesetzt) eine in der früher angegebenen Weise von der Stromesrichtung hinsichtlich ihrer Qualität abhängige Empfindung von gröfserer oder geringerer Dauer eintrete. Dem gegenüber ist durchaus an dem schon früher von mir aufgestellten, bereits von Purkinje in seiner Gültigkeit erkannten Satze festzuhalten, dafs die Empfindung, welche bei schneller Schliefsung eines Stromes zunächst eintritt, thatsächlich zwar eine höhere Intensität, aber sonst wesentlich denselben Charakter besitzt wie die Empfindung, welche hinterher bei Geschlossenbleiben des (nicht zu schwachen) Stromes vorhanden ist. Bei schneller Schliefsung eines aufsteigenden Stromes und ebenso bei schneller Öffnung eines absteigenden Stromes tritt ein heller Blitz von violetter Färbung auf, bei schneller Schliefsung eines absteigenden und schneller Öffnung eines aufsteigenden Stromes hingegen tritt im allgemeinen eine Dunkelempfindung mit grüngelber Färbung ein.[1] Schon O. Schwarz (a. a. O. S. 603) hat auf Grund seiner Wahrnehmungen hervorgehoben, dafs der Schliefsung eines absteigenden Stromes (innerhalb gewisser Grenzen der Strom-

[1] Bei denjenigen Versuchspersonen, bei denen die chromatische Wirkung des Stromes die überwiegende ist wie bei den früher (S. 337 ff.) erwähnten vier Versuchspersonen K., B., P. und S., kann natürlich auch die Empfindung des Schliefsungsblitzes bei absteigendem Strome nicht als eine Dunkelempfindung bezeichnet werden. Jene vier Versuchspersonen bezeichneten ohne Weiteres und ganz unabhängig voneinander den Schliefsungsblitz bei absteigendem Strome als gelb oder grüngelb, bei aufsteigendem Strome als bläulich oder violett. Für Versuchs-

stärke) nur eine plötzliche Verdunkelung entspreche, und im Beobachten geübte Versuchspersonen haben mir ganz spontan angegeben, dafs die bei schneller Schliefsung zunächst eintretende Empfindung zwar weit intensiver sei wie die weiterhin zu beobachtende galvanische Dauerempfindung, aber hinsichtlich der Qualität wesentlich mit dieser übereinstimme.

Davon, dafs bei mir der schnellen Schliefsung eines absteigenden Stromes eine plötzliche Verdunkelung entspricht, habe ich mich durch besondere Versuche, die bis zu einer Stromstärke von 13 milliamp. gingen, überzeugt. Um eine möglichst plötzliche Schliefsung und Öffnung des Stromes zu ermöglichen, wurde noch ein Taster in den Stromkreis eingeschaltet. Man beginnt die Beobachtung jener „Blitze" am besten bei schwachen Strömen, was sich auch deshalb empfiehlt, weil man sich so am besten an die unangenehmen Nebenwirkungen der Ströme gewöhnt. Hierbei überzeugt man sich leicht, dafs auch einer möglichst plötzlichen Schliefsung des absteigenden Stromes eine plötzliche Verdunkelung entspricht. Und beim allmählichen Fortschreiten zu höheren Stromstärken erkennt man, dafs sich an dem Charakter des Phänomens nichts ändert als die Intensität. Es empfiehlt sich, auch mit offenen Augen und Fixation eines Punktes einer (nicht zu hellen) Fläche zu operieren und gelegentlich Versuche mit Schliefsung eines aufsteigenden Stromes einzuschieben, um sich von Neuem klar zu machen, wie eine plötzliche Aufhellung aussieht. Denn wie schon bei O. Schwarz (a. o. a. O.) vermerkt ist, kann der plötzliche Übergang des subjektiven Augengrau in ein tieferes Dunkel den Eindruck eines Blitzes leicht vortäuschen. Wie schon Schwarz angedeutet hat, liegt ferner eine Fehlerquelle für derartige Beobachtungen darin, dafs der Strom bei den meisten Anordnungsweisen nicht für alle betroffenen Netzhautteile ein aufsteigender oder absteigender ist, sondern ein Teil der Netzhaut in aufsteigender, ein anderer Teil in absteigender Richtung durchströmt wird. Natürlich zieht dann bei der Stromschliefsung sehr leicht immer derjenige stärker erregte Teil, welcher in aufsteigender Richtung durchflossen wird, die Aufmerksamkeit zunächst auf sich. Auch ich habe den Eindruck gehabt, als ob bei der von mir benutzten Versuchsweise bei plötzlicher Schliefsung eines absteigenden Stromes an der äufsersten Peripherie des Sehfeldes eine plötzliche Aufhellung auftrete, was sich aus der brillenartigen Natur meiner einen Elektrode leicht erklärt. Treten bei Schliefsung des Stromes erhebliche Kontraktionen von Augenmuskeln auf, so kann die Sachlage dadurch noch komplizierter werden,

---

personen von dem gewöhnlichen Typus ist das Erkennen der Färbung des Schliefsungsblitzes, namentlich bei absteigendem Strome, schwieriger. Dem auf S. 347 Bemerkten gemäfs kann man bei manchen Versuchspersonen die Färbung des Schliefsungsblitzes auch dadurch feststellen, dafs man nicht die Färbung des in der Regel mehr oder weniger überraschend kommenden Schliefsungsblitzes selbst, sondern des (trotz des Geschlossenbleibens des Stromes auftretenden) negativen Nachbildes desselben beobachten läfst.

dafs bei eintretender Augenbewegung die vom Strome hauptsächlich betroffenen Netzhautstellen schnell wechseln und die zunächst im Sinne der Erweckung einer galvanischen Dunkelempfindung gereizten Netzhautstellen nach ihrer Entfernung aus dem Hauptbereiche des Stromes mit einer gegenteiligen Erregung reagieren.

Es ist denkbar, dafs die Stromschliefsung und Stromöffnung bei Bewirkung von Augenmuskelkontraktionen unter Umständen mittelst dieser Kontraktionen zugleich noch einen mechanischen Reiz auf die Netzhaut ausübe. Wenn aber KIESSELBACH (*Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkde.*, 3, 1893, S. 258) behauptet, dafs die Schliefsungsblitze nur „eine Folge des Ruckes, welchen der Bulbus durch die plötzliche Kontraktion der Augenlider- und Augapfelmuskulatur erfährt", seien, so wird diese sonderbare Ansicht wohl schon durch die oben dargelegte Abhängigkeit der Beschaffenheit jener Blitze von der Stromesrichtung hinlänglich widerlegt. Wenn KIESSELBACH bemerkt, dafs man sich durch Übung daran gewöhnen könne, seine Muskulatur ruhig zu halten, und dann nichts von Lichtblitzen verspüren werde, so mufs derselbe seine hierauf bezüglichen Versuche bei sehr schwachen Strömen angestellt haben. Die Behauptung, dafs man auch bei stärkeren Strömen durch Ruhighaltung der Muskulatur des Auges die Schliefsungsblitze vermeiden könne, wird jeder, welcher genügende Versuche über diesen Gegenstand angestellt hat, als eine solche bezeichnen, welche nicht auf hinlänglichen Versuchen beruhe. Ich selbst vermag auch nicht einmal sehr schwache Lichtblitze durch Ruhighalten der Augenmuskulatur zu unterdrücken. Es ist indessen denkbar, dafs bei sehr schwachen Strömen die denselben an und für sich entsprechenden Blitzerscheinungen wenigstens bei manchen Individuen durch die Richtung der Aufmerksamkeit auf Ruhighaltung der Augenmuskulatur dem Bewufstsein ganz entzogen werden können. Ferner ist es denkbar, dafs bei manchen Individuen die Schwelle für eine mechanische Erregung des Auges (durch Augenmuskelkontraktionen u. dergl.) sehr gering sei, hingegen die Schwelle für die elektrische Reizung der Netzhaut zufällig relativ hoch liege, so dafs bei diesen Individuen der elektrische Strom bei sehr geringer Stärke in der That nur mittelst der von ihm bewirkten Muskelkontraktionen erregend auf das Sehorgan wirke. Verwechselt endlich ein Individuum kinästhetische Empfindungen, welche den durch sehr schwache elektrische Ströme bewirkten Muskelkontraktionen entsprechen, mit sehr schwachen Blitzempfindungen, so ist es selbstverständlich, dafs es diese vermeintlichen Blitzempfindungen durch Ruhighaltung der Augenmuskulatur mehr oder weniger unterdrücken kann. Von noch anderen in Betracht kommenden Fehlerquellen soll hier abgesehen werden.

Wir haben Grund anzunehmen, dafs die peripheren Teile der Netzhaut durch einen die chromatischen Sehstoffe in Anspruch nehmenden Reiz hinsichtlich dieser Stoffe schneller erschöpft werden als die zentralen Teile.[1] Entfaltet also wirklich der elektrische Strom seine er-

---

[1] Man vergleiche hierzu z. B. EBBINGHAUS in *dieser Zeitschrift*, 5, S. 209 f.

regende Wirkung auf das Sehorgan durch eine Einwirkung auf die Sehstoffe der lichtempfindlichen Netzhautschicht, so ist zu erwarten, dafs bei Geschlossenbleiben eines Stromes die chromatische Wirkung des letzteren für die peripheren Teile des Gesichtsfeldes schneller sich abschwäche und eher unmerkbar werde als für die zentralen Teile. Dieser Erwartung wird im allgemeinen durch die Versuchsresultate entsprochen (man vergleiche z. B. Schwarz, a. a. O. S. 596; Aubert, a. a. O. S. 345).

Auf der anderen Seite ist hier einer gelegentlichen Mitteilung Exners (*Pflügers Arch.*, 20, 1879, S. 614 f.) zu gedenken. Dieser Forscher berichtet, dafs er die Netzhaut durch Induktionsströme direkt gereizt und die Reizung so schwach gemacht habe, dafs eben ein Flimmern bemerkbar war. Hierauf habe er durch Druck auf den Augapfel Druckblindheit bewirkt. „Wenn das Auge längst für äufsere Objekte blind war, so erschien das Flimmern noch in unveränderter Weise. Nach der Reizung wurde das Auge noch druckblind gefunden zum Beweise, dafs der Druck während der Dauer der Reizung nicht nachgelassen hatte." Wäre diese Mitteilung etwas eingehender (wo waren die Elektroden angelegt?) und der Verdacht völlig ausgeschlossen, dafs Stromesschleifen auf das andere, nicht gedrückte Auge im Spiele gewesen seien, so würde sie von Bedeutung sein, nämlich darauf hinweisen, dafs der elektrische Strom seine erregende Wirkung auf das Sehorgan nicht einer Einwirkung auf die Sehstoffe der lichtempfindlichen Netzhautschicht verdankt, sondern vielmehr dem Umstande, dafs er in dieser Schicht anderweite, von den vorhandenen Mengen der Sehstoffe unabhängige chemische Vorgänge hervorruft, welche auf die Endigungen der nervösen Sehbahn erregend einzuwirken vermögen. Ich selbst habe mich nicht entschliefsen können, meinem nicht ganz normalen, stark kurzsichtigen Auge eine Wiederholung dieses Exnerschen Versuches zuzumuten, da es in der vorliegenden Litteratur nicht an Warnungen vor Versuchen über Druckblindheit fehlt. Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich nur behaupten, dafs es (insbesondere wegen der nicht scharfen Begrenzung und so zu sagen diffusen Natur der durch elektrische Reizung bewirkten Lichterscheinungen) nicht so einfach ist, wie es wohl zunächst scheint, einen elektrischen Reiz so zu bemessen, dafs er ein eben merkbares Flimmern bewirkt. Da man sich ein solches Flimmern im dunkeln Sehfelde leicht einbilden kann, zufällige Erscheinungen des Eigenlichtes der Netzhaut, Wirkungen von Augenbewegungen u. dergl. leicht mit einem solchen Flimmern verwechseln kann, so mufs man den Reiz notwendig so bemessen, dafs das Flimmern nicht an der Grenze der Merkbarkeit liegt, sondern einen höheren Grad von Deutlichkeit besitzt. Und es ist natürlich keineswegs ausgeschlossen, dafs eine Verringerung der Deutlichkeit des Flimmerns, welche durch den Wegfall der Mitwirkung des einen Auges bedingt ist, ganz übersehen werde. In der That stimmen die Angaben von L. Finkelstein (*Arch. f. Psychiatrie*, 26, 1894, S. 875 ff.) mit obiger Aussage Exners keineswegs überein. Finkelstein fand, dafs, wenn er neben der elektrischen Reizung des Auges zugleich einen starken Druck auf das letztere ausübte, alsdann ein Zeitpunkt eintrat, wo die durch den elektrischen

Reiz bewirkten Lichterscheinungen völlig schwanden, und daſs nach allmählicher Beseitigung jenes Druckes diese Lichterscheinungen sich zunächst nur mit derjenigen Beschaffenheit wieder einstellten, welche sie sonst bei Benutzung einer geringeren Anzahl galvanischer Elemente besaſsen.

Auch bei Versuchen, welche man an Individuen, denen ein Augapfel enukleiert ist, in der Weise anstellt, daſs man die eine Elektrode in den Orbitaltrichter, die andere an den Nacken setzt, kommen die Stromesschleifen auf das andere, noch erhaltene Auge sehr in Betracht. Die Thatsache, daſs unter solchen Umständen „4—8 Bunsensche Elemente der konstanten Batterie genügten, um bei Stromwendungen deutliche Lichtempfindungen hervorzurufen" (*Centralbl. f. d. medic. Wiss.* 1882, S. 4), kann an und für sich nichts beweisen, zumal da nach meinen Beobachtungen im allgemeinen viel geringere Stromstärken genügen, um an normalen Individuen Lichterscheinungen hervorzurufen, wenn die eine Elektrode an den Nacken, die andere aber auf die Stirn oder gar auf ein Auge aufgesetzt ist.

Velhagen (*Arch. f. Augenheilkde.*, 27, 1893, S. 62 ff.) fand bei einer Anzahl von Kranken, bei denen die Funktion der Netzhaut stark herabgesetzt und zum Teil sogar für einen Bezirk des Sehfeldes ganz aufgehoben war, die Fähigkeit des elektrischen Stromes, eine Blitzempfindung hervorzurufen, nicht merkbar verringert. In diesen Resultaten scheint uns keineswegs ein Beweis für die von Velhagen vertretene (durch das im Eingange dieses Paragraphen Angeführte völlig ausgeschlossene) Annahme gegeben zu sein, daſs der Sehnerv das Organ sei, welches durch den elektrischen Strom direkt gereizt wird. Uns scheint die Annahme, daſs die Netzhaut letzteres Organ sei, vollkommen damit vereinbar zu sein, daſs Affektionen der Netzhaut, welche die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges und die Sehschärfe stark herabsetzen oder gar die Funktion eines Teiles der Netzhaut völlig aufheben, dennoch den Schwellenwert, bei welchem der elektrische Strom soeben eine Blitzempfindung bewirkt, nicht merkbar verändern.[1] Noch weniger scheint uns die andere von Velhagen gefundene Thatsache, daſs bei Sehnervenatrophie dieser Schwellenwert stark erhöht ist, etwas zu beweisen. Denn wenn der Sehnerv infolge von Atrophie auf die von der Netzhaut her auf ihn ausgeübten Reizungen schwächer reagiert, muſs selbstverständlich auch der elektrische Strom eine gröſsere Stärke besitzen, um die Netzhaut in eine solche Erregung versetzen zu können, welche den Sehnerven in merkbarem Grade beeinfluſst.

Velhagen selbst hat in einem Falle, wo der rechte Augapfel erst vor fünf Tagen enukleiert worden war, gefunden, daſs zur Erweckung einer eben merkbaren Lichterscheinung bei Einfügung der einen Elek-

---

[1] Es ist zu beachten, daſs bei den Versuchen von Velhagen die eine Elektrode auf die geschlossenen Lider, die andere auf den Nacken gesetzt war, so daſs ein hier oder da bestehender Gesichtsfelddefekt keinen Einfluſs auf den Schwellenwert des elektrischen Stromes auszuüben brauchte.

trode in den rechten Orbitaltrichter eine siebenmal so grofse Stromstärke erforderlich war, als dann, wenn dieselbe Elektrode auf das linke Auge aufgesetzt wurde. Ein solches Verhalten steht in schroffstem Widerspruche zu der von Velhagen vertretenen Ansicht, dafs der Sehnerv das durch den elektrischen Strom direkt gereizte Organ sei. Wenn Velhagen (a. a. O. S. 69) meint, dafs in diesem Falle an der verringerten Reaktionsfähigkeit des rechten Sehnerven „die veränderte Leitung, welche im Vergleich zu der ausgezeichneten Leitungsfähigkeit der Bulbi (Ziemssen) eine schlechte genannt werden mufs“, die Schuld trage, so entzieht sich diese Auslassung meinem physikalischen Verständnisse. Offenbar mufste der Sehnerv in dem Falle, wo die eine Elektrode in den Orbitaltrichter eingefügt und so in unmittelbare Nähe des Sehnerven gebracht war, schon bei gleicher Stromstärke von viel stärkeren Stromschleifen getroffen werden als in dem anderen Falle, wo dieselbe Elektrode dem geschlossenen Auge aufgesetzt war. Trotzdem war im ersteren Falle eine viel gröfsere Stromstärke für die Erweckung einer eben merkbaren Blitzempfindung erforderlich als im zweiten!

Man kann nun aber überdies mit sehr grofser Berechtigung die Frage aufwerfen, ob überhaupt die von Velhagen benutzten, der Universitätsklinik und Poliklinik entnommenen Versuchspersonen von der Art waren, dafs mittelst derselben wissenschaftliche Fragen entschieden werden konnten. Velhagen selbst berichtet (S. 63 f.) über sein Material von Versuchspersonen, es sei von denselben bei Anwendung stärkerer Ströme „ein Unterschied in der Extensität und Intensität der Erscheinung“ nicht angegeben worden. „Schliefslich“, bemerkt er weiterhin, „gab mir auch nicht ein einziges der untersuchten Individuen spontan an, dafs — analog der Beschreibung von Helmholtz und anderen — ein Zentrum und Hof an der Figur zu erkennen sei, oder dafs dieselbe bei Öffnung und Schliefsung der Anode und Kathode ihre Farben und Helligkeit wechsele, während ich bei gleichen Versuchen an mir selbst diese Phänomene wahrnahm. Auch konnte ich nicht eine Änderung des Lichtbildes durch Reizung verschiedener Teile der Netzhaut bei meinen Kranken feststellen“. Man ist wohl einigermafsen berechtigt, zu behaupten, dafs zur Entscheidung wissenschaftlicher Fragen auf diesem Gebiete solche Versuchspersonen nicht geeignet sind, welche festgestelltermafsen durch die höchst auffälligen Änderungen, welche die elektrische Lichterscheinung bei Öffnung des Stromes, bei Vertauschung der Stromesrichtung, bei Erhöhung der Stromstärke und bei Änderung der Eintrittsstelle des Stromes erfährt, nicht im Mindesten berührt werden. Natürlich kann Velhagen auch den Satz Brenners, dafs die Färbung des Lichtbildes „bei den einzelnen Individuen eine durchaus verschiedene sei“, nach seinen Untersuchungen „vollkommen bestätigen“. Bei meinen eigenen Versuchen über die galvanischen Gesichtsempfindungen bin ich sehr bald zu der stillen Überzeugung gekommen, dafs alle bisherigen Bestätigungen jenes Brennerschen Satzes ungefähr so zu stande gekommen sein dürften wie diese Bestätigung durch Velhagen, der von den in Betracht kommenden Fehlerquellen und der Unthunlichkeit, die Färbung der elektrischen Gesichtsempfindungen mittelst eines so erbärmlichen

Materiales von Versuchspersonen[1] zu untersuchen, anscheinend keine Ahnung besafs.

§ 5. Die Bedeutung der erhaltenen Resultate.

Wie in früheren Abhandlungen gezeigt, haben wir Grund anzunehmen, dafs die Empfindungen zweier Gegenfarben auf entgegengesetzten Netzhautprozessen und auf Nervenerregungen beruhen, zu deren Hervorrufung entgegengesetzte Krafteinwirkungen erforderlich sind. Bedenken wir nun weiter, dafs der galvanische Strom bei entgegengesetzter Stromesrichtung Jonen mit entgegengesetzter elektrischer Ladung an die für die galvanische Erregung des Sehorganes mafsgebenden Stellen führt, und dafs der galvanische Strom bei Durchströmung eines motorischen Nerven oder Muskels an der (physiologischen) Kathode und Anode entgegengesetzte Zustände setzt, so haben wir zu erwarten, dafs, wenn der galvanische Strom bei seiner Einwirkung auf die Netzhaut überhaupt Gesichtsempfindungen bewirkt, alsdann den beiden Stromesrichtungen Empfindungen von Gegenfarben zugehören. Dieser Erwartung entsprechen

---

[1] Velhagen berichtet, er habe nur diejenigen Kranken verwertet, „welche durch gleiche Angaben bei oft wiederholten Untersuchungen sich im Besitz einer genügenden Beobachtungsfähigkeit erwiesen". Leider waren die von Velhagen benutzten Versuchspersonen nach dem oben Angeführten in ihren Angaben so konstant, dafs sie selbst dann, wenn die beobachteten Erscheinungen sich ganz wesentlich änderten, bei ihren bisherigen Angaben blieben. Ich möchte hier nochmals hervorheben, dafs die (bei den Versuchen Velhagens angestrebte) Bestimmung der Stromstärke, bei welcher der Strom soeben eine Blitzempfindung bewirkt, für die Versuchsperson keineswegs eine sehr leichte Sache ist. Es kommt hier nicht blos der Umstand in Betracht, dafs man sehr schwache elektrische Blitzempfindungen sich unter Umständen einbilden oder mit anderen Gesichtsempfindungen, etwa subjektiver Art, verhältnismäfsig leicht vertauschen kann, sondern vor allem auch der Umstand, dafs der elektrische Strom (wenigstens bei manchen Versuchspersonen) schon bei sehr geringen Stärkegraden noch anderweite, von Muskelkontraktionen oder Hautreizung herrührende Empfindungen (eines „Zuckens im Auge") hervorruft, welche in das Auge verlegt werden. Es ist nun thatsächlich schon für Geübte (z. B. für mich selbst), geschweige denn für ganz minderwertige Versuchspersonen, gar nicht immer ganz leicht, sich darüber völlig klar zu werden, ob eine durch den Strom bewirkte, ganz schwache Empfindung von momentaner Dauer eine Blitzempfindung oder eine solche Empfindung anderweiten Ursprunges gewesen ist.

die von uns erhaltenen Resultate. Es stellen also die letzteren eine Bestätigung der Theorie der Gegenfarben dar, und zwar nebenbei bemerkt eine solche, die ganz unabhängig davon ist, ob man den Angriffspunkt des galvanischen Stromes in die lichtempfindliche Netzhautschicht oder in irgend einen Teil der rein nervösen Sehbahn verlegt.[1] Wie andere psychophysische Theorien der Gesichtsempfindungen das Verhalten der galvanischen Gesichtsempfindungen erklären wollen, bleibt unerfindlich.

Eine tiefer eingehende theoretische Verwertung der erhaltenen Beobachtungsresultate ist bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens nicht möglich. Insbesondere würde es zur Zeit auch verfrüht sein, in eine nähere Erörterung der Thatsache einzutreten, dafs bei der galvanischen Reizung des Sehorganes gerade die Weifs-, Blau- und Rot-, bezw. die Schwarz-, Gelb- und Grünerregung in Verbindung mit einander auftreten.[2]

Was die früher (S. 336 f.) erwähnten individuellen Verschiedenheiten anbelangt, welche hinsichtlich der galvanischen Erregung des Sehorganes bestehen, so lassen sich dieselben, wie gesehen, zum Teil auf die individuellen Verschiedenheiten zu-

---

[1] In früheren Ausführungen (*diese Zeitschr.* 14, S. 67 ff.) habe ich die Ansicht geltend gemacht, dafs die Wirkung des galvanischen Stromes auf den motorischen Nerven darauf beruhe, dafs der Strom an der physiologischen Kathode und Anode entgegengesetzte Störungen eines chemischen Gleichgewichtszustandes bewirkt. Mit dieser Ansicht steht es in einem sehr bemerkenswerten Einklange, dafs, wie ich im Bisherigen zu zeigen versucht habe, die Erregung des Sehorganes durch den elektrischen Strom gleichfalls darauf beruht, dafs der Strom das chemische Gleichgewicht zwischen entgegengesetzten Prozessen, nämlich Netzhautprozessen (z. B. dem Weifsprozesse und dem Schwarzprozesse) stört, und zwar, je nachdem die physiologische Kathode oder Anode in die lichtempfindliche Netzhautschicht fällt, dieses Gleichgewicht in dem einen oder in dem anderen, entgegengesetzten Sinne stört.

[2] Diese Verknüpfungen von je drei Erregungen haben nach der von mir vertretenen Modifikation der Theorie der Gegenfarben nichts Befremdliches, entsprechen aber, wie leicht ersichtlich, nicht demjenigen, was nach Herings Lehre, dafs Grün, Blau und Schwarz als Assimilationsfarben und Rot, Gelb und Weifs als Dissimilationsfarben zusammengehören, zu erwarten ist oder mindestens zu erwarten sein würde, wenn man den Angriffspunkt des galvanischen Stromes in die nervöse Leitungsbahn hinein verlegen würde.

rückführen, welche hinsichtlich der Erregbarkeiten der drei optischen Spezialsinne bestehen. Soweit die individuellen Verschiedenheiten eine solche Zurückführung nicht zulassen, hat man sich dessen zu erinnern, daſs bereits anderweite Thatsachen (z. B. der Unterschied der normalen und anomalen tetrachromatischen Systeme) zu der Auffassung führen, daſs die chemische Zusammensetzung der lichtempfindlichen Netzhautschicht nicht bei allen farbentüchtigen Individuen dieselbe ist, sondern infolge der Beimengung gewisser Nebenstoffe oder infolge eines verschiedenen Prozentgehaltes an solchen Nebenstoffen mehr oder weniger groſse Verschiedenheiten zeigt.[1] Vom Standpunkte dieser Auffassung aus (nach welcher also z. B. auch die am galvanischen Strome direkt beteiligten Jonenarten in den Netzhäuten verschiedener Individuen zum Teil oder hinsichtlich ihrer Mengenverhältnisse verschieden sein können) würden sich noch ganz andere individuelle Verschiedenheiten, als wir thatsächlich beobachtet haben, begreifen lassen.

§ 6. Beiläufiges. Durch Dunkeladaptation wird die Wirkung des elektrischen Stromes auf das Sehorgan nicht merkbar beeinfluſst.

Da man bei Untersuchungen über die galvanischen Gesichtsempfindungen die Versuchspersonen nicht so viel, wie bei anderen, weniger unangenehmen Versuchen, in Anspruch nehmen kann, so muſs man sich bei derartigen Untersuchungen notgedrungen ein enger begrenztes Ziel stecken. Demgemäſs habe ich bei meinen Untersuchungen von allen denjenigen Fragen und Punkten ganz abgesehen, deren Erledigung für die Beantwortung meiner Hauptfrage, ob die Beschaffenheit der galvanischen Gesichtsempfindungen den nach der Theorie der Gegenfarben zu hegenden Erwartungen entspreche, nicht unbedingt erforderlich war. Zu diesen Punkten gehört z. B. die Art und Weise, wie sich die durch den galvanischen Strom bewirkte Färbung und Helligkeitsänderung je nach der Art der Zuleitung des Stromes (Form, Gröſse und Aufsetzungsstelle der Elektroden) auf die verschiedenen Bezirke des Sehfeldes verteilt und unter Umständen in denjenigen Partien des Sehfeldes,

[1] Man vergleiche das in *dieser Zeitschr.* 14, S. 188 von mir Bemerkte.

welche der Gegend des blinden Fleckes oder anderen Netzhautstellen entsprechen, Besonderheiten wahrnehmen läſst.[1] Ferner gehört dahin auch der nähere zeitliche Verlauf der galvanischen Gesichtsempfindungen in seiner Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren.[2] Wie uns scheint, dürften sich einzelne dieser besonderen Punkte ohne eine nähere Kenntnis davon, welche vasomotorischen Wirkungen der galvanische Strom in der Netzhaut hat, nicht in recht befriedigender Weise erörtern lassen.

Nur die Beantwortung einer Frage, welche in keiner unmittelbaren Beziehung zu meiner oben erwähnten Hauptaufgabe steht, habe ich mir noch angelegen sein lassen, nämlich die

---

[1] Selbstverständlich sind derartige Besonderheiten auch bei meinen Versuchen hervorgetreten; nur habe ich dieselben eben nicht näher verfolgt und deshalb auch nicht weiter erwähnt. Bei Anwendung der früher erwähnten brillenartigen Elektrode beobachteten die einen Personen eine ziemlich gleichförmige Färbung im Sehfelde, andere aber nahmen Verschiedenheiten der Färbung und Helligkeit im Sehfelde wahr. Auch ähnliche Ungleichförmigkeiten im Sehfelde des galvanisch durchströmten Auges, wie Purkinje (a. a. O. S. 35f.) in Beziehung auf sich selbst beschrieben hat, sind bei meinen Versuchen gelegentlich beobachtet worden. Nicht unerwähnt lassen möchte ich die eigentümliche Thatsache, daſs bei sehr hoher Stärke des absteigenden Stromes in dem grüngelblichen, dunklen Sehfelde (wenigstens bei manchen Versuchspersonen) verstreute bläuliche oder violette Sterne auftreten.

[2] Wie hier nebenbei bemerkt werden mag, ist bei einer Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der galvanischen Gesichtsempfindungen der schon früher (S. 347) erwähnte Einfluſs der negativen Nachwirkung des Schlieſsungsblitzes wohl zu berücksichtigen, bezw. zu eliminieren.

Einigermaſsen befremdend sind gewisse auf den zeitlichen Verlauf der galvanischen Gesichtsempfindungen bezügliche Ausführungen von Schwarz (a. a. O. S. 602). Nach denselben soll bei aufsteigendem Strome die blaue oder violette Hellempfindung nur so lange andauern, bis der Katelektrotonus der durch den galvanischen Strom erregbaren Netzhautelemente sein Maximum erreicht. Ebenso dauere bei absteigendem Strome das Verdunkeltsein des Gesichtsfeldes nur so lange an, bis der Anelektrotonus jener Netzhautelemente sein Maximum erreicht habe. „Durch innere Polarisation", fährt Schwarz fort, „nehmen Katelektrotonus und Anelektrotonus nach Erreichung eines Maximums während der Stromdauer wieder ab. Abnahme des Katelektrotonus in den galvanisch erregbaren Elementen bewirkt .... Verschwinden der galvanischen Lichterscheinungen, Abnahme des Anelektrotonus — was gleichbedeutend ist mit einem infolge Polarisation neu auftretenden Katelektrotonus — wirkt als, wenn auch schwache, Erregung und erhellt dadurch wieder das vorher dunkler gewordene Gesichtsfeld, und zwar

Beantwortung der Frage, ob die Wirkung des elektrischen Stromes auf das Sehorgan durch die Dunkeladaptation eine ähnliche Beeinflussung erfahre wie die Wirkung der Lichtreize. Wie KÜHNE (*Hermanns Handb. d. Physiol.*, 3. 1. S. 298) hervorhebt, sind alle elektrischen Einwirkungen am Auge lebender Tiere ohne jeden Einfluſs auf den Sehpurpur. Andererseits ist in der letzten Zeit von verschiedenen Seiten her mit Nachdruck die Ansicht vertreten worden, daſs die eigentümliche Wirkung der Dunkeladaptation im Wesentlichen auf einer Anhäufung von Sehpurpur beruhe (man vergleiche hierzu *diese Zeitschrift*, 14. S. 161 ff.). Ist also letztere Ansicht richtig, so darf die Dunkel-

mit grünlich-gelbem .... Schimmer.“ Nach dieser Auslassung könnte es scheinen, als ob bei absteigendem Strome die grünlich-gelbe Färbung nicht von Anbeginn an, sondern nur als eine erst nach einer gewissen Stromdauer sich entwickelnde, sekundäre Erscheinung vorhanden sei Einer solchen Behauptung muſs ich auf Grund meiner Versuche auf das Allerentschiedenste widersprechen. Die grüngelbe Färbung bei absteigendem Strome verhält sich nicht anders als die violette Färbung bei aufsteigendem Strome. Beide Färbungen sind, soweit nicht die negative Nachwirkung des Schlieſsungsblitzes störend wirkt (war diese Fehlerquelle bei den Versuchen von SCHWARZ genügend vermieden?), von Anbeginn der Stromdauer an vorhanden, und kommen, wie erwähnt, selbst den beiden Schlieſsungsblitzen zu, wenn auch nicht bei allen Versuchspersonen in merkbarem Grade. SCHWARZ selbst erklärt sich im Sinne des soeben von mir Bemerkten, wenn er an einer anderen Stelle (S. 597) sagt, daſs bei absteigendem Strome sich die Erscheinungen „nach Helligkeit und Farbe“ im allgemeinen umgekehrt verhielten wie bei aufsteigendem Strome. Wo bei aufsteigendem Strome blaue Helligkeit herrsche, finde sich bei absteigendem Strome ein schwach grünlich erscheinendes Dunkel.

Wenn SCHWARZ in der obigen Auslassung behauptet, daſs Abnahme des Anelektrotonus wie ein neu eintretender Katelektrotonus erregend wirke und auf diesem Wege das vorher dunkel gewordene Gesichtsfeld mit einem grünlichgelben Schimmer aufhelle, so ist, ganz abgesehen davon, daſs von einer erregenden Wirkung einer nur allmählichen Abnahme des Anelektrotonus sonst nichts bekannt ist, daran zu erinnern, daſs auch nach der eigenen Darstellung von SCHWARZ ein neu auftretender Katelektrotonus das Gesichtsfeld nicht mit einem grüngelben, sondern mit einem violetten Schimmer aufhellt. Ferner ist nicht einzusehen, weshalb eine Abnahme des Katelektrotonus nicht wie ein neu auftretender Anelektrotonus wirken soll, wenn eine Abnahme des Anelektrotonus sich wie ein neu auftretender Katelektrotonus geltend machen soll. Endlich erhebt sich die Frage, ob SCHWARZ die grüngelbe Färbung, wenn sie bei Öffnung eines aufsteigenden Stromes auftritt, gleichfalls auf einen abnehmenden Anelektrotonus zurückführen will.

adaptation die Wirkungen, welche der elektrische Strom im Auge hat, nicht in merkbarer Weise beeinflussen.

Die Hauptschwierigkeit bei den Versuchen, welche ich zur Entscheidung der obigen Frage anstellte, entsprang aus dem schon früher (S. 364, 367) hervorgehobenen Umstande, dafs es eine ziemlich mifsliche Sache ist, mit Sicherheit den Punkt zu bestimmen, wo ein das Sehorgan treffender elektrischer Stromstofs oder Stromschlufs noch soeben eine Lichterscheinung hervorruft. Da die Schwierigkeit nicht geringer, sondern noch gröfser ist, wenn man mit einem tetanisierenden Reize operiert oder sich auf eine Vergleichung der Eindringlichkeit oder Helligkeit übermerklicher Lichtblitze stützen will, so entschlofs ich mich schliefslich für folgendes Verfahren. In den Stromkreis, welcher durch die (stets verschlossenen) Augen der Versuchsperson führte, war ein Jaquetsches graphisches Chronometer eingeschaltet, welches so eingestellt war, dafs es alle Sekunden einen kurzen Stromschlufs bewirkte. Die Versuchsperson wurde nun dahin instruiert, stets aufzumerken, ob sie fünf hintereinander mit dem Intervalle einer Sekunde folgende Lichterscheinungen gerade noch wahrnehmen und zählen könne.[1] Der Punkt, wo das Zählen von fünf einander unmittelbar folgenden Lichterscheinungen eben noch möglich, und der Punkt, wo dasselbe eben nicht mehr möglich war, wurde durch allmähliche Abschwächung, bezw. Verstärkung der Stromstärke je zweimal ermittelt und das Mittel aus diesen zur Hälfte von oben her und zur Hälfte von unten her gewonnenen vier Bestimmungen genommen. Da die Versuche die Aufmerksamkeit der Versuchsperson sehr anstrengen, so dürfte man durch eine

---

[1] Der Vorteil dieses Verfahrens beruht darauf, dafs es äufserst unwahrscheinlich ist, dafs die Versuchsperson fünfmal hintereinander, und zwar mit bestimmtem Zeitintervalle, eine beliebige subjektive Lichtempfindung mit einer durch den elektrischen Reiz bewirkten Lichterscheinung verwechsele. Da manche Individuen, wie schon früher erwähnt, bei solchen Intensitäten der Stromstöfse, bei denen sie eine Lichterscheinung noch nicht wahrnehmen, bereits ein Muskelkontraktionen oder Hautreizungen entstammendes, in das Auge verlegtes „Zucken" verspüren, so sind die Versuchspersonen scharf dahin zu instruieren, dafs es sich bei diesen Versuchen um ein Wahrnehmen und Zählen der durch die elektrische Reizung bewirkten Lichterscheinungen handele. Auch auf eine möglichst gleiche Stellung der Augen bei den einzelnen Reizversuchen ist natürlich zu halten.

längere Fortsetzung derselben die Genauigkeit der Endresultate schwerlich steigern. Zuerst wurde der erwähnte Schwellenwert bei helladaptiertem Auge bestimmt, dann bei dunkeladaptiertem Auge nach halbstündigem Aufenthalte im Dunkelzimmer, hierauf nochmals bei helladaptiertem Auge. Der Strom wurde durch eine unmittelbar oberhalb der Nasenwurzel auf die Stirn aufgesetzte und durch eine dem Nacken angedrückte Elektrode zugeleitet und war stets im Sehorgane aufsteigend. Versuchspersonen waren die Herren V. Henri, Jost, Pilzecker, meine Frau (K.) und ich selbst. Die nachstehende Tabelle giebt den Durchschnittswert des Widerstandes an, dessen Vorhandensein in der Leitung bei konstanter Stromquelle (3—8 Meidingerelemente) der Erreichung des angegebenen Schwellenwertes entsprach.

Versuchsperson	Zahl der Elemente	Widerstand bei Helladaptation	Widerstand bei Dunkeladaptation
H	3	5700	3400
J	3	4600	3900
P	4	3200	3100
K	8	5800	5800
M	5	4200	3700

Obwohl die hier angebenen Resultate[1] nur auf geringe Genauigkeit Anspruch erheben können, so zeigen dieselben doch mit Sicherheit, daſs die Dunkeladaptation auf die Wirkung des elektrischen Stromes einen förderlichen Einfluſs **nicht** ausübt. Die der Erreichung des genannten Schwellenwertes entsprechenden Widerstände sind, abgesehen von der Versuchsperson K., bei der Helladaptation durchschnittlich sogar gröſser (mithin die zugehörigen Stromstärken schwächer) als bei der Dunkeladaptation. Stellt man den Versuch einfach in der Weise an, daſs man für das Hellauge die eben merkbare Stromstärke ermittelt und dann nach vollzogener Dunkeladaptation

[1] Die für H. und M. angegebenen Resultate sind Mittelwerte von zwei Versuchstagen, beruhen also auf 16 Einzelbestimmungen des Schwellenwertes für die Helladaptation und 8 Einzelbestimmungen desselben für die Dunkeladaptation.

dieselbe Stromstärke wieder wirken läfst, so ruft letztere im Dunkelauge in der Regel eine merkbare Lichterscheinung nicht hervor.

Wie die Tabelle zeigt, war bei K. für die Bewirkung eines eben merkbaren Lichtblitzes eine deutlich höhere Stromstärke (8 Elemente) erforderlich als bei den übrigen Versuchspersonen. Dieses Verhalten erklärt sich leicht aus dem früher (S. 337) erwähnten Umstande, dafs bei K. die Wirkung des Stromes auf den Weifsschwarzsinn viel geringer ist, als der Norm entspricht.

An H. und P. habe ich auch noch die Intensität bestimmt, welche der elektrische Strom einerseits bei Hell- und andererseits bei Dunkeladaptation besitzen mufste, damit die Färbung der durch den Strom erweckten Empfindung eben erkennbar war. Diese Versuche ergaben gleichfalls die Bedeutungslosigkeit der Dunkeladaptation für die Wirkung des elektrischen Stromes. Die Annahme, dafs die Dunkeladaptation auf einer Anhäufung des für elektrische Reize unempfänglichen Sehpurpurs beruhe, hat mithin eine sehr wesentliche Bestätigung erfahren.

Die Erklärung des ZEEMANschen entoptischen Phänomens.

Von

E. G. A. TEN SIETHOFF
in Deventer (Holland).

Mit grofsem Interesse habe ich die kurze Mitteilung von P. ZEEMAN (Leiden) „Über eine subjektive Erscheinung im Auge" (in *dieser Zeitschr.* Bd. VI) gelesen. Beim Versuche, diese Erscheinung selber zu beobachten, fand ich, dafs es am besten gelingt, die blau-violetten gebogenen Lichtlinien zu sehen, wenn man im Dunkeln durch einen Spalt in einem schwarzen Stück (Karton) Papier eine nicht zu intensive Lichtquelle beobachtet. Am schönsten gelingt es, wenn man *Na*-Licht verwendet (ich beobachtete die durch *BrNa* gefärbte BUNSENsche Flamme). Wenn man plötzlich den Spalt vor die Flamme bringt und zugleich durch den Spalt blickt, so sieht man, wie ZEEMANN sagt, „namentlich in den ersten Momenten, nicht nur den hell erleuchteten Spalt, sondern auch eine blau-violette Lichtlinie. Sie gleicht dem Umrifs einer Birne, deren Achse senkrecht zur Spaltmitte steht. Dem rechten Auge erscheint der spitzige Teil der Lichtlinie, also der Stiel der Birne, rechts vom Spalte, der gekrümmte Teil kommt ein wenig jenseit des Spaltes. Mit dem linken Auge sieht man die der beschriebenen symmetrischen Figur." „Der von der Lichtlinie umsäumte Teil des Feldes ist meistens dunkel." Von diesen Lichtlinien möchte ich noch Folgendes sagen: Wenn man den Kopf aufrecht hält und den Spalt vertikal (für mich z. B. einen Spalt von 2 mm Breite und 2 cm Länge auf 37 cm Entfernung vom Auge), dann beobachtet man, dafs von dem oberen und dem unteren Ende des beleuchteten Spaltes zwei gebogene elliptische Streifen

von schwach violettem Lichte ausgehen, die ungefähr symmetrisch verlaufen über und unter einer hypothetischen Linie, die senkrecht auf der Mitte des Spaltes steht. Bringt man den Spalt dem Auge näher, so wird die von den Lichtlinien umsäumte Figur kleiner, bleibt jedoch in der Form der erst gesehenen gleich. Man sieht dann die Lichtstreifen, unabhängig von den Enden des Spaltes, auf zwei anderen Punkten austreten, symmetrisch von der hypothetischen Achse, die senkrecht auf dem Spalte steht (die Unabhängigkeit von der Spaltgröfse ist ebenfalls zu konstatieren bei Beobachtung eines längeren Spaltes auf die Entfernung von 37 cm). Die beiden Enden dieser elliptischen, violetten Lichtstreifen berühren sich jedoch nicht, obgleich sie einander am Ende deutlich näher rücken. Sie sind nämlich in der Nähe des Spaltes am breitesten und werden mit der Entfernung vom Spalte schmäler und lichtschwächer, schliefslich für mich nicht mehr wahrnehmbar. Dabei ist es unmöglich, den Punkt zu fixieren, wo die beiden Lichtlinien zusammenkommen würden, — wie wir sehen werden, liegt hier der blinde Fleck. Deshalb mufs es auch unmöglich sein, das Zusammentreffen der Lichtlinien zu beobachten. Wenn wir zum Beispiel die Erscheinung nehmen, wie sie sich dem rechten Auge zeigt, so sieht man den hell und gelb leuchtenden Spalt; temporalwärts von diesem, d. h. nach aufsen, nach rechts, die von Zeeman birnförmig genannte Figur (vielleicht besser: zugespitzt eiförmig, weil die umrahmenden Lichtstreifen eine scharfe, mehr oder weniger elliptische Form haben). An der linken Seite des Spaltes, nasalwärts, sieht man die beiden leuchtenden Streifen in einander übergehen, wobei sie ungefähr einen Kreisbogen bilden. Dieser Bogen entfernt sich nicht weit vom Spalte. Bemerkenswert ist ferner, dafs man die Erscheinung nicht sieht, wenn man gerade durch den Spalt blickt. Wenn man mit dem rechten Auge beobachtet, mufs man einen Punkt fixieren, der etwa 2 bis 3 mm nach rechts vom Spalt liegt; wenn man mit dem linken Auge beobachtet, einen symmetrischen Punkt links. Plötzlich kommt dann die violette Figur zum Vorschein. Ganz dunkel ist jedoch nach meiner Beobachtung der von der Lichtlinie umsäumte Teil des Feldes nicht. Es besteht ein, wenn auch schwacher, violettgrauer Ton. Zeeman betont besonders, „dafs nicht nur gelbes Licht, sondern alle Spektralfarben die violette

Linie erzeugen. Es gelingt sogar bei jeder der drei Wasserstofflinien. Mit der roten Linie gelingt es leicht, mit den anderen sehr schwer. Mit gelbem oder weifsem Lichte ist die Beobachtung der Erscheinung leicht." Im Anfang schon meinte ich, wir hätten hier mit einem Nachbilde zu thun, des Umstandes wegen, dafs, wenn man die Erscheinung beobachtet, den Kopf und das Auge fixiert, und das schwarze Papier (mit dem Spalte) plötzlich bewegt, die ganze Figur absolut ruhig bleibt und vom Spalte unabhängig wird. Ein gewöhnliches Nachbild konnte es jedoch nicht sein, denn das Nachbild des Spaltes müfste eine Linie sein. Eine andere Beobachtung ist die, dafs, wenn man den Kopf schief hält nach links und dann mit dem rechten Auge durch den vertikalen Spalt blickt (immer unter der Bedingung, dafs man nicht den Spalt fixiert, sondern das Bild eines Punktes rechts vom Spalte auf die Fovea centralis retinae fallen läfst), man dieselbe grau-violette, spitzeiförmige, von hellen violetten Rändern umsäumte Figur sieht, jedoch mit dem zugespitzten Ende nach rechts und oben verschoben. Bei Beobachtung mit dem linken Auge, und den Kopf schief nach rechts (wieder unter der Bedingung, dafs man einen Punkt links vom Spalt fixiert), sieht man die Spitze der Figur nach links oben verschoben. Diese zwei Beobachtungen beweisen, dafs es ein irgendwie in der Retina festgelegtes Bild sein mufs, — ein entoptisches Nachbild. Meines Erachtens ist es höchst wahrscheinlich, dafs die Figur das Bild der nach aufsen projizierten, in Erregung versetzten Macula lutea und Umgebung ist. Wollte man es noch besser umschreiben, so könnte man sagen: die Erscheinung ist ein entoptisches komplementäres Nachbild, verursacht durch die Erregung der hinter der Umgebung der Macula lutea gelegenen, perzipierenden Elemente — (Sehzellen). Dafs dieses komplimentäre Nachbild immer bei jeder Beleuchtung violett ist, ist dadurch zu erklären, dafs in der Umgebung der Macula infolge der elektiven Absorption des gelben Farbstoffes immer mehr oder weniger gelbes Licht herrscht.

Dafür sprechen die folgenden Überlegungen:

1. Wenn man das schwarze Papier mit dem Spalte z. B. 15 cm vom Auge entfernt hält, kann man mit einem Bleistifte so ungefähr angeben, wie weit die violetten Lichtstreifen sich erstrecken, und an welchem Punkte sie sich ungefähr schneiden

würden. Wenn man auf ein weifses Stück Papier zwei Punkte oder Kreise markiert, in derselben Entfernung von einander, wie der horizontale Längsdurchmesser der violetten Figur, und wenn man nun (das Auge in derselben Entfernung von 15 cm vom Papier) den einen Punkt fixiert, so verschwindet der andere. Von diesen Punkten oder Kreuzen liegt deshalb in diesem Falle das Bild des einen in der Fovea centralis, das des anderen im blinden Fleck.

2. Die von Zeeman gemachte Beobachtung, dafs die Figur immer violett erscheint, ob man gelbes, weifses oder anderes Licht gebraucht. Es ist ja bekannt, dafs die Macula lutea ihren Namen empfangen hat, weil sie durch ihre gesättigt gelbe Farbe gekennzeichnet ist. Weifses Licht mufs deshalb ein violettes Nachbild erzeugen. Dafs gelbes Licht die Farbe der Erscheinung am schönsten hervorruft, kann uns nicht wundern. Dafs alle nicht vollkommen rein roten, blauen oder anderen Spektralfarben die Erscheinung erzeugen, jedoch weit schwächer, ist begreiflich. Dafs es mit dem reinen Spektralblau noch hervorzurufen wäre, würde schwer begreiflich sein. Während diese Beobachtungen es wahrscheinlich machen, dafs die Macula lutea und speziell ihre gelbe Farbe die Erklärung der Erscheinung geben kann, zumal da die Form der Lichtstreifenfigur, das zugespitzt eiförmige, und der horizontale Stand ihres gröfsten Durchmessers genau übereinstimmt mit der Form und dem Stande der Macula lutea, und die Figur, mit Beibehaltung ihrer Form, ihren Stand bei Beobachtung mit schiefem Kopfe in gleicher Weise ändert, wie die durch die Kopfdrehung mitbewegte Macula lutea, deutet die unter 1 genannte Beobachtung auf noch kompliziertere Verhältnisse. Wissen wir doch, dafs die Macula lutea sich nicht bis zum blinden Fleck erstreckt. Was könnte dann die Umgrenzung der Figur verursachen?

Bekanntlich beobachtete Bergmann zwei den gelben Fleck oben und unten umfassende Randwülste, gebildet durch die in einem Bogen herumlaufenden Nervenbündel. Blessig hat dieser Beobachtung zwar widersprochen, aber nach ihm haben Andere den Befund Bergmanns bestätigt, und Krause sah die Wälle in der unmittelbar nach dem Tode untersuchten Retina eines Enthaupteten ebenfalls.

Wir wissen ferner, dafs die gelbe Färbung der Macula

lutea von einem diffusen gelben Farbstoff herrührt, der alle vor den Sehzellen gelegenen Netzhautschichten der Macula durchtränkt, den Sehzellen aber fehlt; er fehlt darum auch dem Grunde der Fovea centralis. Es ist sehr wahrscheinlich, daſs auch in der unmittelbaren Nähe der Macula der gelbe Farbstoff vorhanden ist und die Randwülste färbt.

Die elliptischen Lichtlinien können deshalb diesen Randwülsten ihr Entstehen zu verdanken haben und durch die an diesen auftretende Zerstreuung des Lichtes gerade besonders deutlich zur Beobachtung kommen. Zum Zustandekommen dieser Erscheinung haben wir nötig ziemlich starke (nicht zu starke) diffuse, periphere Beleuchtung der Macula. Im Anfang haben wir schon gesagt, daſs man nicht die Flamme oder den Spalt selbst fixieren soll, aber einen Punkt nach rechts, resp. nach links vom Spalte gelegen. Wenn man den Spalt vertikal hält und den Kopf aufrecht, steht die Achse der spitzeiförmigen Lichtfigur senkrecht auf dem Spalte. Hält man den Spalt nicht vertikal, jedoch schief, dann bleibt die Form und der Stand der Lichtfigur gänzlich unverändert. Je mehr der Stand des Spaltes jedoch dem horizontalen Stande nahe kommt, desto schwerer wird die Beobachtung der Lichterscheinung. Steht der Spalt horizontal (oder nahezu horizontal), so ist es nicht möglich, etwas von der Erscheinung zu sehen. Die Erklärung hierfür ist die folgende: Der Durchmesser sowohl der Macula lutea als ihrer unmittelbaren Nähe (der Teil der Retina durch die Randwülste begrenzt) ist in vertikaler Richtung viel kleiner als in horizontaler. Die Erscheinung dauert so kurz, daſs man sie theoretisch unmittelbar nach, praktisch jedoch während der Beobachtung erhaschen muſs. Eine zentrale Beleuchtung würde das Auge blenden und andererseits, weil in der Fovea centralis kein Farbstoff vorhanden ist, die violette Lichtfigur nicht erzeugen. Besonders ungünstig würde es sein, wenn das linienförmige Lichtbild des Spaltes in den Längsdurchmesser der Macula und Umgebung fiel (dies geschieht bei horizontalem Stand des Spaltes). Damit das starke Licht bei zentraler Beleuchtung die Beobachtung der lichtschwächeren violetten Lichtfigur nicht beeinträchtige, ist periphere Beleuchtung notwendig. Da nun die Macula lutea temporalwärts vom Eintritt des Nervus opticus im Auge gelegen ist und die Randwülste sich nasalwärts von der Macula erstrecken, müssen wir sorgen,

dafs das einfallende Licht temporalwärts von der Macula lutea die Retina trifft, und deshalb den leuchtenden Spalt nasalwärts vom Fixierpunkt (2 mm vom Spaltrande) halten. Die unmittelbare Nähe der Macula wird deshalb das stärkste diffuse Licht empfangen und auch am deutlichsten das violette Licht erzeugen. Je mehr man der Papilla nervi optici nahe kommt, desto lichtschwächer wird die Erscheinung. Wenn man für periphere Beleuchtung der Macula auf die oben beschriebene Weise Sorge trägt, kann man auch ohne Spalt durch eine kleine runde Öffnung die Lichterscheinung erzeugen, wenn auch viel undeutlicher.

Zum Schlusse habe ich noch versucht, die Erscheinung zu beobachten bei momentauer Beleuchtung des Spaltes durch einen einzelnen elektrischen Funken. Ich fand, dafs ein einzelner elektrischer Funke nicht genügte, die Lichtfigur zum Vorschein zu bringen. Erst bei nahezu kontinuer Beleuchtung durch eine Reihe überspringender Funken gelang es mir, die Lichtfigur zu sehen. Der Spalt mufs dabei so eng sein, dafs er ganz leuchtend erscheint. Die elektrischen Funken erhielt ich durch eine Influenzmaschine von Wimshurst mit vier drehbaren Scheiben von 52 cm Durchmesser.

Diese Beobachtung von Zeeman ist darum von hohem physiologischen Interesse, weil sie beweist, dafs die höchste lichtperzipierende Fähigkeit an bestimmte Teile der Retina gebunden ist, und dafs die hinter der gelbgefärbten Region der Nervenfaser- und anderen Netzhautschichten gelegenen Stäbchen und Zapfen, in diesem Falle speziell die Zapfen, ein Bild jener wichtigen Region zur Wahrnehmung bringen können und dadurch zugleich beweisen, dafs sie eigentlich die perzipierenden Elemente sind.

Über das Sehen farbiger Flecke als subjektive Gesichtserscheinung.

Von

Dr. Richard Hilbert
in Sensburg.

Das subjektive Auftreten farbiger Flecke im Gesichtsfelde gewisser Individuen bei krankhaften Veränderungen des Sehorgans ist in der Pathologie bekannt. Indessen ist aber diese Erscheinung offenbar sehr selten, da nur sehr wenige solche Fälle in der Litteratur zu finden sind. (Fälle von Farbensehen, in denen das ganze Gesichtsfeld mit einer Farbe ausgefüllt erscheint, sogenannte Chromatopien, sind hingegen sehr oft beobachtet und beschrieben worden.) Die in der ophthalmologischen und physiologischen Litteratur beschriebenen hierher gehörenden vier Fälle sind folgende:

1. Szokalski.[1] (Betreffend Herrn Savigny, Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften.) Dieser Fall verdient seiner Merkwürdigkeit wegen wörtlich angeführt zu werden: „Er sieht von Zeit zu Zeit helle Flecken vor den Augen, die 6—10 Zoll im Durchmesser und bald eine geradlinige, bald eine zackige oder krummlinige Begrenzung haben. Manche davon erscheinen mit dem Glanze weifser seidener Stoffe, die bald mit einem goldgelben, bald mit einem silberweifsen Rande versehen sind; andere sind gelb, orangefarbig, rot oder schwarz und haben die vorhin beschriebene Einfassung; wieder andere sind aus farbigen, konzentrischen Zonen zusammengesetzt, mit wellenförmigen Rändern umgeben und mit

[1] Szokalski, *Über die Empfindungen der Farben in physiologischer und pathologischer Hinsicht.* Giefsen 1842. S. 186.

feinen schwarzen Strichen schattiert. Diese Erscheinungen sind von einer solchen Feinheit, Eleganz und von einem solchen Glanze, daſs die Kunst schwerlich im stande wäre, sie nachzuahmen. Die gröſsten und schönsten Phosphene erschienen gewöhnlich auf der Marginalgegend des Sehfeldes."

2. Szokalski.[1] Derselbe Autor beschreibt noch einen zweiten Fall, in welchem bei einem an Glaukom leidenden Herrn ein blaues zentrales Skotom auftrat.

3. Williams.[2] Bei einem Manne, dem infolge von Verletzung durch Stahlsplitter das linke Auge erblindet war, traten auf dem rechten Auge Beschwerden auf, die offenbar als sympathische zu deuten sind. Das Auge schmerzte, die Sehschärfe sank bis auf 1/4 der normalen und das ganze Gesichtsfeld erschien ihm, nicht in gleichmäſsigen Feldern, sondern in unregelmäſsiger Weise, mit zahlreichen verschieden groſsen und verschieden gestalteten grünen Flecken erfüllt.

Wie lange der betreffende Zustand dauerte, ist leider in keinem obiger drei Fälle genau angegeben.

4. Hilbert.[3] Betrifft eine 36jährige Frau mit nicht syphilitischer Chorioiditis disseminata. Es bestand, nach auſsen vom Fixierpunkt belegen, ein grell gelbrotes Skotom, das von der Frau auf jede weiſse oder farbige Fläche projiziert werden konnte. Dasselbe bestand 24 Tage, wurde dann grau und löste sich allmählich auf.

Die in obigen Zeilen beschriebenen subjektiven Farbenerscheinungen betreffen sämtlich Individuen mit erkrankten Sehorganen. Farbensehen in fleckiger Verteilung bei gesundem Sehorgan und unabhängig von Blendung oder anderweitiger Reizung der Retina beschrieb zuerst König[4] (Selbstbeobachtung). Die Erscheinung zeigte sich beim Erwachen in einem halbdunkeln Zimmer vor dem Öffnen der Lider. Das Gesichtsfeld erschien mit regelmäſsigen Sechsecken angefüllt, die durch

---

[1] Szokalski, Ibid. S. 154.

[2] Williams, Partial chromopsie. Green vision in spots. *St. Louis Med. and Surg. Journal.* LV. 3. S. 168.

[3] Hilbert, Über das Sehen farbiger Flecken. *Klin. Monatsbl. f. Augenheilkde.* 1895. Aprilheft.

[4] Arthur König, Eine bisher noch nicht bekannte subjektive Gesichtserscheinung. *v. Gräfes Arch.* XXX. 3. S. 329; und *v. Helmholtz, Handbuch d. physiol. Optik.* II. Aufl. S. 569.

schwarze Linien voneinander abgegrenzt waren. Die Farbe der Sechsecke war blau, oben und rechts breit gelb gesäumt, dazu im Zentrum je ein schwarzer Fleck. Nach der Peripherie des Gesichtsfeldes hin wurde die Zeichnung verschwommen. (Siehe die Abbildung in *v. Helmholtz*, *Physiol. Optik.* Taf. II. Fig. 3.)

Im Monat Dezember vorigen Jahres, bald nach dem ersten Schneefall, war ich nun in der Lage, ebenfalls an mir selbst, folgende Beobachtung zu machen: Bei einer Fahrt über Land in offenem Wagen schlofs ich zufälliger Weise die Augen. Kaum war dieses geschehen, da sah ich zu meiner Überraschung das ganze Gesichtsfeld mit Ausnahme der äufsersten Peripherie mit zahlreichen, zackig-sternförmigen Flecken von rubinroter Farbe und einem scheinbaren Durchmesser von etwa 1,5 mm bedeckt, eine Farbe, die nach 2—3 Sekunden um so glänzender hervortrat, als sich nach dieser Zeit der anfangs schwarze Hintergrund plötzlich dunkelgrün färbte. Diese roten zackigen Sterne waren in der Weise in Reihen angeordnet, dafs die einzelnen Reihen dieselben Abstände voneinander hatten (scheinbar ca. 3 mm), wie sie von einem roten Stern zum anderen bestanden. Aufserdem war die Anordnung noch so getroffen, dafs die Sterne der einen Reihe immer über die Halbierungspunkte der Sternabstände der folgenden Reihe zu liegen kamen. (Quincunx ⁙). Als ich nach einigen Sekunden die Augen wieder öffnete, war die Erscheinung verschwunden und ich war auch nicht mehr im stande, sie noch einmal hervorzurufen, so viel Mühe ich mir auch gab. Dabei war der Himmel stark und gleichmäfsig bewölkt, von einem blendenden Schneelicht mithin nicht die Rede. Zeit 2 Uhr nachmittags.

Auch später ist es mir nicht mehr gelungen, die Erscheinung noch einmal zu sehen.

Das Sehen von farbigen Figuren bei Kranken und Gesunden unterscheidet sich also, wie es scheint, erstens dadurch, dafs die Farbenerscheinungen bei Kranken in unregelmäfsigen Konfigurationen auftreten, während sie bei Gesunden eine regelmäfsig-geometrische Anordnung zeigen; zweitens dadurch, dafs sie bei Kranken eine längere, oft wochenlange Dauer haben, während sie bei Gesunden von sehr flüchtiger Natur zu sein scheinen. Betonen will ich aber in jedem Fall, dafs eventuell beide Erscheinungen verschiedenen Ursprunges und ver-

schiedener Bedeutung sein können, und dafs die Sache zur Zeit noch durchaus nicht spruchreif ist. Dafs diesen Farbenerscheinungen etwa anatomisch präformierte Elemente zu Grunde liegen, ist zweifelhaft, sogar unwahrscheinlich (z. B. in Bezug auf das retinale Pigmentepithel, wie es auch bereits von König l. c. in Abrede gestellt wird). Es ist auch nicht leicht zu entscheiden, ob die beschriebenen subjektiven Empfindungen peripheren oder zentralen Ursprunges sind. Jedenfalls ist es vorläufig noch notwendig, das bis jetzt so äufserst dürftige Beobachtungsmaterial erheblich zu vermehren, um auch nur mit einiger Sicherheit zu entscheiden, wohin der Entstehungsort dieser Farbenempfindungen zu verlegen ist, und in welcher Weise die ganze Erscheinung überhaupt zu stande kommt, resp. zu erklären ist.

Litteraturbericht.

H. METSCHER. **Kausalnexus zwischen Leib und Seele und die daraus resultierenden psychophysischen Phänomene.** Dortmund, Ruhfufs. 1896. 177 S.

Der erste Teil des Buches S. 4—95 giebt eine historisch-kritische Übersicht über die verschiedenen philosophischen Systeme, welche sich mit den Beziehungen zwischen Leib und Seele beschäftigen. Dem Dualismus, Materialismus, Spiritualismus und Parallelismus ist je ein Kapitel gewidmet. Die geschichtliche Darstellung, welche sich vielfach eng an die Werke von STEIN und LANGE (Geschichte des Materialismus) anschliefst, ist fliefsend geschrieben, jedoch nicht immer ganz einwandfrei und wenig vertieft, wie dies dem Mifsverhältnis zwichen dem Umfang des Stoffes und der geringen Seitenzahl entspricht. Den reinen Dualismus erachtet Verfasser als gegenwärtig vollständig überwunden. Materialismus und Spiritualismus vermögen beide keine befriedigende Lösung des Problems zu geben, da man weder das Wesen der Seele jemals aus der Materie, noch die Materie aus dem rein Geistigen wird erklären können. Die einzig annehmbare Weltanschauung bietet der Parallelismus, zwar nicht der metaphysisch-spekulative eines SPINOZAS und eines LEIBNIZ', sondern der empirische, experimentelle der modernen physiologischen Psychologie, als deren Vater und Führer WUNDT zu bezeichnen ist.

Im zweiten Teil des Buches wird der persönliche Standpunkt des Verfassers genauer gekennzeichnet. Er ähnelt so sehr demjenigen WUNDTS, dafs es sich nicht verlohnt, hier näher darauf einzugehen. Was M. über das Verhältnis zwischen dem physiologischen Reize und seinem psychischen Korrelat, das WEBER-FECHNERsche Gesetz, die spezifische Energie der Sinnesnerven, die Lokalisationstheorien und andere Hauptpunkte der Psychophysik sagt, entspricht im grofsen Ganzen dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft, obschon es immer einiges Bedenken erregt, wenn jemand sich bei psychophysiologischen Deduktionen mit allzu grofser Vorliebe auf Gedichte, Anekdoten aus dem Leben berühmter Männer und andere Gemeinplätze stützt. Auf den letzten 40 Seiten, welche vom Gefühl, Affekt, Traum, von Geisteskrankheiten und den Temperamenten handeln, dient diese Gepflogenheit denn auch in der That dazu, den Mangel jener gewissen Summe von Kenntnissen auf dem Gebiete der

Physiologie und Psychiatrie zu verdecken, ohne welche heutigentages eine ernsthafte Diskussion über den „Kausalnexus zwischen Leib und Seele“ nicht mehr möglich ist. Das cholerische Temperament wird unter anderem auf die grofse Wärme des Blutes zurückgeführt (S. 166), während doch in Wirklichkeit das Blut des Phlegmatikers sicherlich genau so warm ist. — S. 141 betont Verfasser alles Ernstes als etwas Besonderes, dafs Gesichtshalluzinationen noch nach völliger Erblindung möglich sind. — Zu einem so trivialen Ausspruch, wie: „Die Leidenschaft ist blind bezüglich der Bestimmung ihres Zieles, scharfsichtig in der Wahl ihrer Wege“ (S. 173), bedarf Verfasser eines Gewährsmannes. Dagegen steht er auf eigenen Füfsen, wenn er folgenden Satz produziert, von dem man nicht weifs, ob man mehr über den Sinn oder die Konstruktion erstaunen soll: .... „wenn man ferner bedenkt, dafs die durch häufige Repetition sich auszeichnenden physischen Bewegungen infolge Abänderung in der Elastizität der hierbei thätigen Muskelgruppen oder infolge Verlegung der Kontraktivkraft derselben in eine andere Richtungslage sich schliefslich eine der bezüglichen seelischen Qualität entsprechende feste und bestimmte äufsere Form und Gestalt herausbilden kann, so ....“ (S. 174). Den Schlufs des Buches bilden einige Bemerkungen über Physiognomik. SCHAEFER (Rostock).

J. P. DURAND (DE GROS). **Les mystères de la suggestion.** Paris. 1896.

DURAND bringt vor allem sein bereits 1855 erschienenes Werk *Electrodynamisme Vital* wieder in die Erinnerung. Er giebt den Wirbeltieren die constitution polyzoique, polypsychique. Auch der Mensch besitzt aufser dem „Ich“, dem Oberbewufstsein, zahlreiche Unterbewufstseine, bewufste und unbewufste. Es giebt Gehirn-, Rückenmark- und Gangliénseelen. Aufser dem gewöhnlichen Willen und Verstande hat der Mensch noch mehrere verborgene, latente Willen und Intelligenzen, welche unter Umständen unbewufst thätig werden. Auch auf diese übt die Suggestion ihren Einflufs aus. — Auch in seinem neuesten Schriftchen, das übrigens nichts Neues enthält, vertritt DURAND seinen monistischen Standpunkt.

UMPFENBACH (Bonn).

D. A. WITTSTOCK. **Das ästhetische Erziehungs-System.** Ein Grundrifs. Leipzig 1896.

Wie aus der Vorrede su ersehen, hat der Gedanke, „dafs eine unnatürlich vorherrschende Verstandesrichtung mit Hintansetzung des Gefühls zu den bedenklichsten Mifsbräuchen ...., ja bis zur sittlichen Verwilderung geführt habe und die Pädagogik deshalb umkehren müsse“, den Verfasser veranlafst, zur Beförderung dieser Umkehr vorliegendes Buch zu schreiben. Nach einer „Einleitung und Grundlegung“ (S. 1—12), die sich stellenweise wie eine Art von Offenbarung liest, eröffnet er unter der Überschrift „Bedeutung und Aufgabe“ das „System“ mit dem Satze: „Die ästhetische Erziehung ist diejenige, welche sich, wie der Name sagt, auf das Gefühlsvermögen αἴσθησις gründet.“ Das Ganze zerfällt in eine „Ästethische Erziehungslehre“ und in eine „Ästhetische Unterrichtslehre“. Darauf folgt ein „geschichts-pädagogischer Rückblick“

und ein Schlufsabschnitt unter der Überschrift „Die Pädagogik der Zukunft“.

Was der Verfasser in diesem Rahmen bietet, ist der Art, dafs es sich kaum rechtfertigen liefse, sich in einer wissenschaftlichen Zeitschrift damit zu befassen, wenn nicht durch die Häufigkeit solcher und ähnlicher Erscheinungen gerade der pädagogischen Kritik die Pflicht besonders nahe gelegt wäre, in solchem Falle ihres Amtes als litterarische Polizei strenge zu walten. — Soviel sich den unbestimmten, breiten und doch schlotterig gefügten Ausführungen entnehmen läfst, soll dem Gefühl im psychischen Leben die erste Stelle angewiesen werden. Nun ist dieser weder neue noch ungewöhnliche Gedanke ja diskutabel, und es wäre wohl die erste Aufgabe unseres Autors gewesen, denselben durch eine grundlegende psychologische Erörterung eingehend und überzeugend auseinander zu setzen. Statt dessen gefällt sich der Verfasser gleich im „grundlegenden“ Abschnitt in einer Sammlung von allerhand orakelhaften Sprüchen und Behauptungen, die sich bald direkt, bald indirekt widersprechen: z. B. „das Gefühlsvermögen ist ein ursprüngliches, selbstthätiges, das Allerinnerlichste des menschlichen Wesens, der energische Lebenstrieb, der den ganzen Menschen in der Mannigfaltigkeit seiner Kräfte als ein einziges fühlendes Wesen erfafst, in beständiger Verbindung der gesamten Empfindungs- und Gefühlsthätigkeit.“ (S. 15.) „Fühlen ist das Bewufstsein von körperlichen oder geistigen Empfindungen.“ (S. 16.) „Das Gemüt als die Realität des selbstbewufsten Gefühls, ist die Wurzel und Grundkraft des geistigen Lebens.“ (S. 17.) Dagegen: „Das Gefühl selbst ist eine Erkenntniskraft“ und „der Verstand ist in letzter Instanz in seinem innersten Wesen nur das selbständig gewordene Gefühl.“ (S. 56.) Den Höhepunkt der Verwirrung erreicht dieses wüste Gerede in dem „Bildung des intellektuellen Gefühls“ überschriebenen Abschnitt. Danach „sind die Sinne die ersten Seelenvermögen“, „die Seele ist ursprünglich die Gesamtheit der verschiedenen Sinnesempfindungen.“ (S. 43 und 44.) (Damit ist zu vergleichen, was S. 8 von der Seele behauptet wird.) „Während eine Anschauung durch einen Sinn stattfindet, ist damit eine Empfindung verbunden oder es ist vielmehr die Anschauung zugleich die Empfindung und diese Empfindung ist die eigene innere Wahrnehmung.“ (S. 49.) „Der innere Sinn ist die Vorstellung und Bildung der Eindrücke in dem äufseren Sinn, letzterer ist das Werkzeug der Empfindung, und der Sitz derselben ist der innere Sinn.“ (S. 50.) „Weil die ersten Eindrücke die stärksten sind, ist schon seit frühester Jugend dafür zu sorgen, dafs die Empfindung nicht verwöhnt und unrichtig werde.“ (S. 50.) „Die Begriffe sind klarere Vorstellungen als die Anschauungen.“ (S. 52.) „Bewufstwerden ist gefühlt werden.“ „Das Gefühl ist unmittelbares Bewufstsein, also das Bewufstsein.“ „Bewufstsein und Gefühl decken sich.“ „Die richtige Erkenntnisquelle liegt im Gefühle.“ (S. 56.) „Das Gefühl ist selbst eine Art zuvorgekommenes Denken.“ „Unser Denken ist geistige Empfindung.“ „Die Intelligenz ist im Grunde Gefühl.“ (S. 57.) „Das Gefühl ist die Grundlage des Urteils.“ „Urteilen heifst Fühlen. (S. 58.) In dieser Weise geht es fort. Wo man das Buch aufschlägt, überrascht es durch die Originalität ähnlicher Aussprüche.

So z. B. — um noch einige Sätze aus einem anderen Kapitel anzuführen — behauptet der Verfasser: „Wo man klagt, dafs die heranwachsende Jugend so wenig Freude an der Erkenntnis empfindet, da ist das Gefühlsvermögen nach dieser Hinsicht nicht gehörig entwickelt worden." „Das Gefühl ist es, was das Interesse erregt und worauf dasselbe beruht: das Interesse erwächst aus dem Gefühl, ist selbst Gefühl. (S. 128 und 129.) „Unterrichtet wird durch Mitteilung von Gefühlen, durch die Mannigfaltigkeit der Mitempfindung, durch das eigene Gefühl des Lehrenden und die eigene Wärme, die belebend übertragen wird." (S. 131). — Das dürfte zur Rechtfertigung des an die Spitze gestellten Urteils genügen. Der Schaden, den derartige Bücher anrichten, kann gar nicht hoch genug angeschlagen werden. Sie verwirren die Urteilslosen, hindern erspriefsliche Studien, vermehren die Anarchie des Denkens und sind geeignet, alles in Mifskredit zu bringen, was mit der Pädagogik zusammenhängt. Fügen wir noch hinzu, dafs, wie schon die angeführten Sätze zum Teil gezeigt haben, die Sprache nachläfsig, die Diktion manchmal inkorrekt und salopp erscheint, so ist das Bild vollständig. Durch die wenigen brauchbaren Gedanken, die in das unerfreuliche Gemenge eingestreut sind, wird der Totaleindruck nicht geändert.

C. Andreae (Kaiserslautern).

G. H. Monod. **La pensée chez les animaux.** *Revue scientifique.* Série 4. Tome 5. S. 808—809. 1896.

Verfasser erzählt, dafs Küchenschaben, in den Käfig eines Salamanders gebracht, deutlich grofse Furcht vor diesem zeigten, jedoch wenn eine von ihnen zufällig in den Wassernapf geriet, unter Überwindung ihrer Angst versuchten, ihr zu helfen. Verfasser erblickt in diesen Versuchen eine Bestätigung des Vorkommens von Verstandes- und Gemütsregungen bei niederen Tieren. Schaefer (Rostock).

Max Brahn. **Die Entwickelung des Seelenbegriffes bei Kant.** *Inauguraldissertation.* Gebr. Gerhardt, Leipzig. 1896. 66 S. 8°.

Ausgehend von dem Satze K. Fischers: „Die chronologische Reihenfolge der Kantschen Schriften ist in der Hauptsache zugleich die innere und sachliche", betrachtet der Verfasser die Schriften Kants nach der Folge ihrer Entstehung und giebt zunächst eine Übersicht über Kants früheste Auffassung des Problems von Leib und Seele, wo er noch auf dem Boden der rationalistischen Psychologie steht und für den influxus physicus auf Grund der Leibnizschen Ansicht vom Wesen des Raumes eintritt (bis 1755: *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*), zeigt alsdann, wie dem grofsen Philosophen das Problem immer rätselvoller wird und unter Humes Einflufs als unlösbar erscheint, so dafs er schliefslich auf die metaphysische Erkenntnis der Dinge verzichtet und sich mit der Erkenntnis der Grenzen der menschlichen Vernunft begnügt (1766: *Träume eines Geistersehers*), und verbreitet sich nunmehr ausführlich über Kants psychologische Anschauungen in seiner kritischen Periode.

In engstem Anschlufs an die Kritik der reinen Vernunft, in deren ersten Auflage nur er in Übereinstimmung mit Schopenhauer und

R. Fischer den echten Kant findet, stellt der Verfasser die vier psychologischen Paralogismen dar und verteidigt sie gegen manche Angriffe von seiten Herbarts, Lotzes, Wundts und besonders J. B. Meyers. Dagegen tritt er seiner 1790 in den *„Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft"* vorgetragenen Ansicht, welche der Psychologie den Charakter einer eigentlichen Wissenschaft abspricht, weil in ihr keine Mathematik gefunden werde, und sie nur als bloſse Naturbeschreibung der einzelnen psychischen Vorgänge gelten lassen will, entschieden entgegen unter Hinweis auf die Ergebnisse unserer heutigen Psychologie. Mit Kants Antwort auf Sömmerings Schrift: *„Über das Organ der Seele"*, 1796, schlieſst die dankenswerte und gewissenhafte Untersuchung.

M. Offner (München).

M. Manelli. **Sur quelques faits d'inhibition réflexe observés sur les nerfs periphériques.** Rivista sperimentale di freniatria. Vol. XXII, fasc. 1. 1896. Résumé: *Archives ital. de Biol.* Tome XXVI, fasc. 1, p. 124 bis 142. 1896.

Der Verfasser bespricht zunächst die von früheren Forschern auf diesem Gebiete festgestellten Befunde. Die von ihm selbst für seine Versuche befolgte Methode war die von Prof. Oddi (*Bollett. della R. Academia medica di Genova,* an. IX. No. 6). Mittelst derselben versuchte Manelli den Einfluſs zu bestimmen, den die elektrische, mechanische oder chemische Reizung des Nerv. isch. einer Seite auf den entsprechenden Nerven der anderen Seite ausübt. Die Versuche wurden unter Benutzung des Cyonschen Apparates an narkotisierten Katzen ausgeführt. Die Narkose war jedesmal tief genug, um willkürliche Reaktionen zu unterdrücken, andererseits trug der Verfasser jedoch Sorge, daſs dieselbe auch nicht zu tief war, teils, um den Tod des Tieres zu verhüten, zum anderen, um das Nervensystem nicht in zu starkem Maſse unwirksam zu machen. Die mitgeteilten Versuche wurden nach folgenden 7 Gesichtspunkten ausgeführt:

1. Wirkung des faradischen Stromes auf den Nerv. isch.
2. Wirkung einer Ligatur auf den Nerv. isch.
3. Wirkung nach Durchschneidung des Nerv. isch.
4. Wirkung der Durchschneidung des Isch. nach der Ligatur und Wirkung der Ligatur am zentralen Stumpf nach der Durchschneidung auf den Nerv. isch. der entgegengesetzten Seite.
5. Wirkung von Kokainisierung des zentralen Stumpfes des Nerv. isch. einer Seite auf die Erregbarkeit desjenigen der anderen Seite.
6. Wirkung einer Reizung des Plex. brach. auf die Funktion des Nerv. isch.
7. Wirkung einer Reizung des Plex. brach. einer Seite auf die Funktion desjenigen der anderen Seite.

Als Versuchsergebnisse glaubt der Verfasser folgende 5 Punkte feststellen zu können:

1. Verschiedenartige (mechanische, elektrische, chemische), auf den Nerv. isch. wie auf den Plex. brach. einer Seite applizierte Reize können unter besonderen Bedingungen eine hemmende Wirkung auf die physiologische Erregbarkeit des gleichen Nerven der anderen Seite ausüben, wenn derselbe vermittelst rhythmischer Induktionsstöfse zu funktionieren künstlich gezwungen wird.

2. Statt eine Hemmung zu erzeugen, können die gleichen Erregungsmittel unter verschiedenen, noch nicht bestimmbaren physiologischen Bedingungen eine dynamogene Wirkung herrvorrufen.

3. Diese Erscheinungen verlaufen unabhängig von der Mitwirkung zerebraler Zentren, wenigstens können sie sich ohne deren Mitwirkung entwickeln.

4. Zur Erklärung dieser Hemmungserscheinungen ist die Annahme spezieller Fasern und Hemmungszentren nicht nötig.

5. Überall, wo Reflexwirkungen auftreten, kann durch Reizung des afferenten Teiles sowohl eine Steigerung wie eine Verminderung der Reizbarkeit oder auch eine vollständige funktionelle Hemmung in dem afferenten Teile stattfinden.

Zu der oben unter 5. angegebenen Versuchsreihe sei noch bemerkt, dafs der Verfasser es als unentschieden hinstellt, ob die Wirkung des Kokains im chemischen oder physiologischen Sinne aufzufassen ist. Versuche mit anderen chemischen Reizmitteln, wie mit Nikotin, metallischen Salzen, zeigten keine dem Kokain analoge Wirkung. Über den Einflufs des Kokains scheint der Verfasser weitere Untersuchungen anstellen zu wollen. F. Kiesow (Turin).

F. R. Robinson. **Light intensity and depth perception.** *Americ. Journ of Psychol.* VII. S. 518—532. 1896.

Verfasser hat in Kirschmanns Laboratorium experimentelle Untersuchungen über die Verhältnisse angestellt, unter welchen verschieden beleuchtete Bilder zur stereoskopischen Deckung gebracht werden können. Aus den von vier Beobachtern gewonnenen Tabellen ergeben sich folgende Thatsachen:

Wenn das eine Auge durch intensives Licht beleuchtet wird, so genügt für das zweite zur Hervorbringung des stereoskopischen Effektes eine sehr geringe Beleuchtung. Dieselbe hängt ab von der absoluten Intensität des dem stärker beleuchteten Auge zukommenden Lichtes und ist am schwächsten, wenn die letztere am gröfsten ist. — Bei den Versuchen zeigte es sich, dafs man zwischen binokularer Vereinigung und vollständiger stereoskopischer Wirkung wohl zu unterscheiden hat: jene tritt schon bei geringeren Beleuchtungen des weniger intensiv gereizten Auges ein als diese.

Der Mitteilung dieser interessanten experimentellen Befunde werden viel weniger wertvolle theoretische Erwägungen beigefügt. Wenn die eine Retina nicht genügend gereizt ist, um ihre Rolle in der binokularen Vereinigung zu spielen, so kommt ihr die andere mit ihrer eigenen Energie zu Hülfe, und zwar „natürlich“ um so lebhafter, je stärker sie

selbst gereizt wird. Diese noch weiter ausgesponnene physiologisch viel zu unbestimmte Hypothese soll auch das Zusammenwirken der beiden Netzhäute in der Hervorbringung der Helligkeit des allgemeinen Gesichtsfeldes erklären. (Verfasser hat die hierher gehörigen Thatsachen im *Americ. Journ. of Psychol.* VII. S. 9ff. behandelt. Referat siehe *diese Zeitschr.* XII. S. 149f.) KARL MARBE (Würzburg).

WINFRIED BIHLER **Beiträge zur Lehre vom Augenmafs für Winkel.** *Dissert.* Freiburg. Bühl. 1896. 31 S.

Verfasser bestimmt die Schärfe des Augenmafses für Winkel durch den reziproken Wert des variablen Fehlers, der beim Abschätzen solcher Gröfsen auftritt, und ermittelt diesen selbst dadurch, dafs er unter Beobachtung verschiedener Vorsichtsmafsregeln bestimmte Winkel aus dem Gedächtnis oder nach einer Vorlage zeichnen läfst. Dabei behandelt er den rechten Winkel wegen der Ausnahmsstellung, die er den spitzen und stumpfen gegenüber einnimmt, von diesen gesondert. Es ergiebt sich, dafs das Augenmafs bei aufrechter Lage des rechten Winkels am zuverlässigsten, bei einer Neigung um 45° am ungenauesten ist. Die Ursache der Ausnahmsstellung des rechten Winkels sieht Verfasser nicht so sehr in der Thatsache, dafs er seinem Nebenwinkel gleich ist, als vielmehr in den von VOLKMANN und DONDERS untersuchten Lageverhältnissen der Trennungslinien. Dazu möchte ich jedoch bemerken, dafs diese Verhältnisse, da sie ja im Ganzen und Grofsen konstant sind, zwar gewifs einen konstanten Fehler in die Abschätzung von Winkelgröfsen hineinbringen, es aber, soweit ich sehe, nicht erklären, warum die S c h w a n k u n g e n des Augenmafses bei rechten Winkeln ihr Minimum erreichen. Abgesehen ferner davon, dafs auch die Auffassung aller übrigen Winkel von den Kreuzungswinkeln abhängt und nirgends gesagt ist, dafs dieser Einflufs beim rechten Winkel am kleinsten wird, mufs noch bedacht werden, dafs das Augenmafs keineswegs nur Sache der Empfindung, sondern wohl auch des Urteils ist, das mit den Trennungslinien gar nichts zu thun hat. — Der rechte Winkel soll übrigens nach des Verfassers Behauptung auch dadurch von anderen abstechen, dafs er durch Fixation seines Scheitels erkannt wird, während bei spitzen und stumpfen Winkeln das Auge die lineare Entfernung symmetrischer Punkte abmifst; müfste da nicht in jedem Falle schon von vornherein bekannt sein, ob man es mit einem rechten Winkel zu thun hat oder nicht, damit man sein Benehmen darnach einrichten könne?

Der zweite, den schiefen Winkeln gewidmete Teil der Arbeit bringt eine kurze Wiedergabe der einschlägigen Arbeiten von JASTROW und MACH und den Bericht über des Verfassers eigene Versuche. Diese lehren in der Hauptsache, dafs spitze und stumpfe Winkel im ganzen zu grofs gezeichnet werden. Verfasser glaubt, seine Ergebnisse dadurch erklären zu können, dafs das Augenmafs für Winkel durch Augenbewegung gefördert wird. Bezüglich des Näheren der Versuchsanordnung und einzelner brauchbarer Bemerkungen mufs auf die Arbeit selbst verwiesen werden. —

In der die Resultate der Messungen VOLKMANNS zusammenfassenden

Tabelle auf Seite 7 ist ein störender Druckfehler stehen geblieben; es soll nämlich statt + 1°,52 + 1°,32 heifsen. . WITASEK (Graz).

LIÉBEAULT. **Das Wachen, ein aktiver Seelenzustand. — Der Schlaf, ein passiver Seelenzustand. — Physiologische passive Zustände, bezw. pathologische, welche dem Schlaf analog sind. — Suggestion.** *Zeitschr. f. Hypnot.* III. 1—3.

Wachen ist derjenige aktive Seelenzustand, in welchem der gesunde Mensch sich befindet, wenn er sich in Beziehung setzt zu sich und der Aufsenwelt. Er bestrebt sich, seine Sinnesnerven in den Bereich der sie direkt treffenden Reize zu bringen und deren Eindrücke im Gehirn zu empfangen. Die Basis des aktiven Wachzustandes ist die Aufmerksamkeit. Die Spontanaufmerksamkeit befindet sich in beständiger Erwartung und Bereitschaft, Sinneseindrücke aufzunehmen. Sie bethätigt sich hauptsächlich auf dem vegetativen Gebiete, im Gegensatz zur reflektierenden Aufmerksamkeit, die mehr auf dem Gebiete des animalen Lebens thätig ist, welche bewufster ist als die erste. Sie fördert mehr die höheren geistigen Thätigkeiten, das Vergleichen, Urteilen, Schliefsen. Bei letzterer Bethätigung mufs dann die Willenskraft helfend eingreifen. Dem Willen verdankt der Mensch die Fähigkeit, die Motive seines Handelns zu wägen und je nach der Wahl zu handeln, d. h. Gehirn und Sinnesorgane auf beliebige Objekte zu richten. — Aber auch auf dem Hauptschauplatz der Spontanaufmerksamkeit, im vegetativen Leben, findet die zerebrale Bewufstseins- und Willensfreiheit ihr Echo. L. zweifelt nicht, dafs auch in den Zentren des vegetativen Systems (Respiration, Zirkulation, Peristaltik etc.) spontane und reflektierende Aufmerksamkeit und auch eine Art Wille platzgreift, wacht und herrscht! — Ermüdet der Mensch infolge erhöhter Arbeitsleistung, so hat er das Bedürfnis, die Bewegungen des Gehirns und Körpers zu verlangsamen. Er isoliert sich von allem, was Gehirn und Sinne reizen könnte, konzentriert seine Aufmerksamkeit auf die Schlafvorstellung. Der Mensch schläft, nur das vegetative Leben wacht. Der künstliche Schlaf ist analog, nur fehlt ihm die vorhergehende Müdigkeit. Der natürliche Schlaf ist suggestiv in seinem Ursprung, ist die Konsequenz der Schlafvorstellung. — Der Wachzustand ist „eine Thätigkeitsäufserung der Aufmerksamkeit und des Willens zum Zwecke der Bildung, beziehentlich Wiederauffrischung von Vorstellungen, Vergleichungen und Schlüssen." Der Schlaf ist „eine Folgeerscheinung der mehr oder minder vollkommenen Hemmung der Denkthätigkeit im Wachen." — UMPFENBACH (Bonn).

FOREL. **Nochmals das Bewufstsein** *Zeitschr. f. Hypnot.* III. 3.

F. kommt nochmals auf sein Unterbewufstsein — das Bewufstsein bei scheinbar unbewufsten Vorgängen — zurück und will dafür den induktiven Beweis beibringen. Somnambülen mit Doppelbewufstsein haben im ersten und zweiten Zustand Bewufstsein, wissen aber im ersten Zustand nichts vom zweiten, und umgekehrt. Für die Draufsenstehenden sind aber beide Zustände als bewufst anzusehen. Ähnlich ist

es bei allen Menschen. Was im Unterbewufstsein vor sich geht, wird gröfstenteils vergessen (Trauminhalt). Wir müssen also auch solchen Thätigkeiten, die niemals unserem Subjekt im Wachzustand bewufst werden, ein, wenn auch nur untergeordnetes Bewufstsein zuerkennen (Rückenmark, Oblongata etc). Forel fafst eben das Bewufstsein auf „als den vollständig bereinigten Begriff der inneren Anschauung des Subjektivismus, aus welchem nichts übrig bleibt, wenn der Inhalt entfernt wird.“ Man kann ebenso wenig sagen, dafs eine Gehirnthätigkeit unbewufst ist, als wie lange und wie viel man geträumt hat! —

Umpfenbach (Bonn).

Anton Bum. **Über periphere und zentrale Ermüdung.** Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 20. November 1895 der k. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien. *Wien. med. Presse.* XXXVII. Jahrg. 1896. No. 48. 6 S.

Die gerechtfertigten Bedenken, welche Kraepelin, Griesbach, A. Eulenburg, C. Kuhn u. A. gegen die in Deutschland und Österreich beliebte Durchführung der körperlichen Übungen der Schuljugend erhoben hatten, und die Erfahrung, dafs die durch den Unterricht veranlafste Ermüdung des Zentralnervensystems durch nachfolgende Muskelanstrengung nicht beseitigt, sondern gesteigert wird, haben den Verfasser veranlafst, nach den von Mosso und seinen Schülern ausgebildeten Methoden die Verhältnisse der peripheren und zentralen Ermüdung genauer zu untersuchen.

Die erste Versuchsreihe galt zunächst der Ermittelung der typischen Ermüdungskurven für im physiologischen Zustand befindliche, gut ausgeruhte Individuen mittelst des Mossoschen Ergographen. Die hierauf von denselben Versuchspersonen nach mehrstündiger geistiger Arbeit gewonnenen Kurven zeigten den ersteren gegenüber bemerkenswerte Differenzen, welche auf eine erhebliche Abnahme der in Kilogrammmetern mefsbaren Arbeitsleistung hinwiesen.

Die zweite Versuchsreihe stellte den Einflufs aktiver Muskelbewegungen nach Art des „deutschen Turnens“ auf die erstgewonnene Ermüdungskurve fest. Die auf diese Weise erzielten Modifikationen der typischen Ermüdungskurven stimmten im wesentlichen mit jenen Veränderungen überein, welche durch ausschliefsliche geistige Arbeit veranlafst waren.

Die Frage, ob die Ermüdung der Nervenzentren oder die periphere Muskelermüdung die Ursache der Kurvenalteration sei, entschied der Verfasser durch eine dritte Versuchsreihe. Da bei jeder Bewegung zwei Momente in Betracht kommen, „der Wille und sein Sklave, der Muskel“, so liefs Mosso, um zeitweise die Mitwirkung des Willens auszuschliefsen, Ermüdungskurven mit tetanisiertem Flexor sublimis schreiben, die den willkürlich geschriebenen Kurven ähnlich waren. Bei dem Wechsel von unwillkürlicher und willkürlicher Kontraktion zeigte sich, dafs in dem bis zur Erschöpfung tetanisierten Muskel noch ein Rest von Energie verbleibt, den der Wille ausnützt, und umgekehrt vom Willen ein Rest von Muskelkraft hinterlassen wird, den der elektrische Strom in Thätigkeit umsetzt. Wird der Versuch derart angeordnet, „dafs

bei der Arbeit am Ergographen dem Nervenzentrum zeitweise Erholung gegönnt wird, während der Muskel selbst nie zur Ruhe kommt, indem er, falls die willkürlichen Kontraktionen sistiert werden, tetanisiert wird, so zeigt sich das in allen Versuchen konstante Phänomen, dafs bei Wiederaufnahme der willkürlichen Muskelbewegungen die Anfangskontraktionen sehr beträchtlich — bis zum achtfachen der früheren Anfangsordinaten — höher sind, als die durch maximale elektrische Reize hervorgerufenen initialen Zusammenziehungen des Muskels, wobei die Kurve der willkürlichen Kontraktionen die Charaktere der für das betreffende Individuum typischen Ermüdungskurve zeigt." Aus dieser Versuchsanordnung ergiebt sich, „dafs, entsprechende Pausen zwischen den Gruppen der willkürlichen Muskelarbeit vorausgesetzt, der erschöpfte Wille sich erholt, dafs aber der willkürlich arbeitende Muskel für den künstlichen Reiz sich nicht wieder rehabilitiert."

Die Erklärung der Thatsache, dafs Muskelarbeit, wie sie in der Turnstunde geleistet wird, Ermüdung der Nervenzentren hervorruft oder die schon vorhandene Ermüdung des Zentralnervensystems steigert, ist demnach in dem Umstande zu suchen, dafs die verlangte Muskelarbeit in keinem Verhältnisse zu dem Aufwand an Willensenergie steht, „der schon bei mit kräftiger Muskulatur ausgestatteten Individuen die erhebliche Inanspruchnahme der Nervenzentren bedingt, ein Umstand, der bei gröfserem Mifsverhältnisse zwischen Aufgabe und Leistungsfähigkeit der Muskulatur noch deletärer in die Erscheinung tritt." Im Gegensatze zum deutschen Turnen zeigt die Kontrolle der Ermüdungskurve beim „Kürturnen" und bei den Übungen der schwedischen Heilgymnastik eine nur geringe Abweichung vom Kurventypus des betreffenden Individuums. Verfasser empfiehlt überdies die Institution der Turnspiele, sowie die mäfsige, unter Aufsicht erfolgende Pflege des Sports. Wirkliche Erholung der ermüdeten Nervenzentren bietet nur geistige und körperliche Ruhe (Schlaf). THEODOR HELLER (Wien).

FRIED. SCHAEFER. **Arbeitskraft und Schule.** Leipzig u. Frankfurt a. M.

Unter diesem Titel sind „vier pädagogische Abhandlungen auf physiologischer Grundlage" — 1. Unsere Arbeitskraft. 2. Die Jugend und ihre Schularbeit. 3. Der Lehrer und seine Berufsarbeit. 4. Krankhaft veranlagte Kinder. — vereinigt, welche nicht nur um ihres Inhaltes willen Beachtung verdienen, sondern auch weil sie eine Art pädagogischen Denkens vorführen, die leider noch wenig geübt wird.

Nachdem in der ersten Abhandlung „Arbeits- und Hülfsmechanismus" erörtert worden, sucht die zweite im Anschlufs an die kindliche Entwickelung die Leistungsfähigkeit des Schülers und deren Beeinflussung festzustellen, um dann die Schularbeit selbst zu betrachten. Dabei begegnen wir mancher treffenden Bemerkung, unter anderen auch über Art und Bedeutung des Experiments zur Aufhellung „verwickelter geistiger Bethätigungen" (S. 27), über Vormittags- und Nachmittagsunterricht, Hausaufgaben, Stundenpläne. Die dritte Abhandlung macht die Berufsarbeit des Lehrers zu ihrem Gegenstand, analysiert die verschiedenen Thätigkeiten desselben, stellt das Durchschnittsmafs der Arbeit fest und

spricht sich schliefslich über die Mittel zur Erhaltung der Arbeitskraft aus. Die letzte endlich beschäftigt sich mit den krankhaft veranlagten Kindern, sucht zuerst die Ursachen der verschiedenen krankhaften Erscheinungen auf und bespricht dann ihre Behandlung, wobei zwischen den Aufgaben des Arztes und denen des Lehrers wohl unterschieden wird.

Die Auseinandersetzungen sind klar, präzis und sachgemäfs. Aufgefallen ist mir der wiederholte Gebrauch (S. 8 und 10) des Verbums „sich mit etwas anreichern", z. B. „die Gewebe reichern sich mit Sauerstoff an." C. Andreae (Kaiserslautern).

H. Cornelius. **Das Gesetz der Übung.** *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* Bd. XX. No. 1. 1896. S. 45–54.

Um das Gesetz der Übung und Gewohnheitsassoziation rein psychologisch zu erklären, was der scharfsinnige Verfasser für unmöglich erklärt, so lange man an der Begründung derselben durch physiologische Disposition und an der Annahme isolierter Vorstellungen festhält, stellt er zunächst mehrere nicht weiter auflösbare oder erklärbare Grundthatsachen auf: 1. In jedem Augenblick unseres Wachlebens finden sich Erlebnisse. 2. Diese wechseln (Vielheit der Succession). 3. Ihrer sind stets mehrere zugleich gegenwärtig (Vielheit der Gleichzeitigkeit). 4. Jeweils vergangene Erlebnisse beeinflussen die nachfolgenden in der Weise, dafs diese Beeinflussung unmittelbar als Nachwirkung des Vergangenen sich zu erkennen giebt auf Grund ihrer nicht weiter erklärbaren symbolischen Funktion; diese Nachwirkungen erscheinen als Teilinhalte jener folgenden Erlebnisse und können entweder einzeln bemerkt werden (Gedächtnisbilder) oder bestimmen als unbemerkte Komponenten den Charakter des Erlebnisses mit. 5. Wir erkennen ein gegenwärtiges Gedächtnisbild als bekannt und sagen, es sei einem früher aufgetretenen qualitativ — d. h. von seiner zeitlichen Stellung abgesehen — ähnlich oder gleich, ohne welche Thatsache ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Jetzt und Früher nicht denkbar wäre.

Diese Erinnerung aber bezieht sich nicht blofs auf einzeln bemerkte Inhalte als solche, sondern ebenso auch auf Komplexe; ja überhaupt jeder bemerkte Inhalt erscheint selbst nur als Teil eines Komplexes, weshalb denn im allgemeinen in der Erinnerung nur Komplexe von Gedächtnisbildern auftreten. Wenn aber ein Gedächtnisbild nur als Teil eines solchen Komplexes von Gedächtnisbildern, welche einem früher erlebten Komplexe entsprechen, auftritt, so heifst das nur, dafs auch die übrigen Teile seines Komplexes in derselben Ordnung wie früher in der Erinnerung auftreten und bemerkt werden, mit anderen Worten: Wir haben eine Vorstellung, welche durch Berührungsassoziation hervorgerufen ist. Berührungsassoziation ist also weiter nichts, als Erinnerung an früher bemerkte Komplexe, eine Auffassung des Verhältnisses, die uns an Höffdings Gesetz der Totalität erinnert. Kommt nun eine Vorstellung als Teilinhalt in gänzlich verschiedenen Komplexen vor, so besteht für alle anderen Teilinhalte dieser unter sich bis auf jene eine Vorstellung verschiedenen Komplexe die gleiche Wahrschein-

lichkeit, durch Erinnerung ihres Komplexes mit erinnert zu werden. Kommt aber ein Teilinhalt neben jenem gemeinsamen in mehreren Komplexen vor, so besteht für ihn entsprechend gröfsere Wahrscheinlichkeit, erinnert zu werden — Gesetz der Übung, ebenfalls eine Grundthatsache. Diese Erklärung des Gesetzes der Übung liefse uns wohl begreifen, warum ein oft gehabter Eindruck auch wieder oft uns in die Erinnerung kommt. Aber sie erklärt uns nicht, warum die Assoziationszeit mit wachsender Übung abnimmt, warum z. B. ein angesichts eines Gegenstandes wiederholt gehörtes Wort uns rascher einfällt, als ein nur einmal gehörtes, eine Erscheinung, die als ein wichtiges, wenn nicht gar als das wichtigste Merkmal der Übung betrachtet werden darf. Dafür hat der Verfasser in der vorliegenden Abhandlung uns noch keinen Aufschlufs gegeben; um so gespannter macht er uns, wie er in seiner demnächst erscheinenden ausführlicheren Untersuchung über das in Rede stehende Problem auch diese Frage rein psychologisch lösen wird.

M. Offner (München).

Raymond Dodge. **Die motorischen Wortvorstellungen.** *Abhandlungen zur Philosophie und ihrer Geschichte* Herausgegeben von Benno Erdmann. VIII. Halle a. S. 1896. Max Niemeyer. 78 S.

Stricker hat in seinen „*Studien über die Sprachvorstellungen*“ den ersten Versuch gemacht, die motorischen Wortvorstellungen genauer zu beschreiben. Hierbei ergab sich eine Fülle wichtiger und interessanter Beobachtungen, deren Wert unbestritten bleibt, auch wenn man den Verallgemeinerungen Strickers namentlich in Bezug auf die Aphasielehre nicht im ganzen Umfange beipflichten kann.

Durch Strickers Arbeit angeregt, hat es der Verfasser unternommen, seine Wortvorstellungen einer genauen Analyse zu unterziehen. Dieselben wurden zunächst „beim lautlosen Sprechen ohne wirkliche Bewegung der Sprachorgane“ beobachtet. Auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchung kann Verfasser die Behauptung Strickers, dafs die motorischen Wortvorstellungen aus dem Bewufstwerden oder dem Gefühle motorischer Impulse bestehen, nicht bestätigen. Abgesehen von der Frage, ob man überhaupt berechtigt ist, besondere „Innervationsgefühle“ anzunehmen, ergiebt sich schon aus Strickers eigener Analyse, dafs auch seine Vorstellungen von Lauten Tastelemente enthalten. Aus den Beobachtungen des Verfassers geht gleichfalls hervor, dafs Berührungs- und Druckempfindungen der Zunge und der Lippen — beim lautlosen Sprechen Reproduktionen derselben — Elemente der Wortvorstellungen sind. Die Bewegungs- und Tastvorstellungen sind jedoch an und für sich noch keine Lautvorstellungen. Als ein weiteres Moment tritt „eine Art unlokalisierter, abgeblafster, akustischer Vorstellungen“ hinzu, welche vom Verfasser nur ausnahmsweise deutlich reproduziert werden, bei einem anderen Beobachter jedoch zur vollsten Selbständigkeit gelangten. Eine gewisse Bedeutung erlangen auch optische Elemente namentlich bei der Vorstellung von Zahlen. Reproduktionen der Schreibbewegungsvorstellungen werden beim gewöhnlichen Wortvorstellen niemals bewufst.

Das Sprechen unterscheidet sich beim Verfasser von dem stillen Denken im wesentlichen durch die Innervation der Sprachmuskeln. Bei der Untersuchung der Wortvorstellungen während des Hörens ist die Frage von Wichtigkeit, auf welche Weise die Assoziation zwischen Laut und Bedeutung erfolgt. Für gewöhnlich ist dieselbe eine unmittelbare; sobald jedoch diese unmittelbare Assoziation einem Hindernis begegnet, treten andere Bestandteile des Wortkomplexes hervor, durch welche eine mittelbare Verbindung zwischen Laut und Bedeutung stattfindet. Diese Zwischenglieder sind beim Verfasser stets motorische Vorstellungen; „bei einigen Anderen sind es optische Vorstellungen; bei den meisten wahrscheinlich akustische.“

Aus pathologischen Thatsachen ergiebt sich, dafs eine direkte Verbindung zwischen optischen Schriftzeichen und ihrer Bedeutung nur ausnahmsweise stattfindet. Der Verfasser stellt experimentell fest, dafs die Gesichtswahrnehmungen der Worte allgemein zur Auffassung der Wortbedeutungen nicht hinreichen. „Die Verbindung zwischen optischen Wortzeichen und Bedeutungsresiduen beharrt im wesentlichen, wie sie entstanden ist, durch die akustischen Wortresiduen.“ Beim Verfasser ist das Verständnis der optischen Worte stets von einer bewufsten Reproduktion der motorischen Wortvorstellungen begleitet und von ihr abhängig. Es bestehen demnach thatsächlich individuelle Verschiedenheiten in der Verbindung der Gesichtswahrnehmungen der Worte und ihrer Bedeutung, was Verfasser zu der Erwartung bestimmt, dafs sich die kortikale motorische Aphasie der Motoriker in Bezug auf die Fähigkeit zu lesen von derjenigen der Akustiker wesentlich unterscheide.

Das Schreiben ist für den Verfasser gleichfalls nur auf Grund einer bewufsten Reproduktion der motorischen Wortvorstellungen möglich. Einen treffenden Hinweis auf den Einflufs, den die motorischen Wortvorstellungen für das Schreiben besitzen, sieht Verfasser in dem stotternden Schreiben ähnlichen Fehlern der gesunden Menschen. Noch charakteristischer ist ein Fall von „Schreibstottern“, welchen Gutzmann ausführlich beschreibt.

Verfasser weist wiederholt auf die individuellen Verschiedenheiten hin, welche in Bezug auf die Verknüpfung der Wortelemente stattfinden können. Diese Verschiedenheiten sind jedoch nicht in dem Sinne zu nehmen, dafs das eine oder das andere Element ausschliefslich die Wortvorstellungen ausmachte. „Vielmehr liegt der Unterschied im wesentlichen in einem Überwiegen oder Hervorstehen eines der Elemente der Wortvorstellung und wahrscheinlich auch in den anatomischen Substraten der Assoziationsbahnen.“ Theodor Heller (Wien).

B. Bourdon. **Recherches sur les phénomènes intellectuels.** *Année psychol.* II. S. 54—69. 1896.

Verfasser schrieb 500 Worte je auf ein Stück Papier, legte diese Papiere in einen Kasten und nahm sie dann später einzeln heraus, wie es der Zufall fügte. Er notierte die beiden ersten Vorstellungen, bezw. die sonstigen Wirkungen, welche jedes Wort hervorrief. Er unterscheidet: 1. Auftreten von Wortvorstellungen, 2. Auftreten anderer Be-

wufstseinsinhalte, 3. Richtung der Aufmerksamkeit auf ein benachbartes Objekt, 4. Auftreten der „Bekanntheitsqualität“, 5. ein lebhaftes innerliches Aussprechen des betreffenden Wortes, 6. Innewerden des Sinnes, ohne Auftreten irgend welcher Vorstellungen. Über die Resultate dieser Versuche und über die Beobachtungen, welche der Verfasser dabei gemacht hat, wird eingehend berichtet. SCHUMANN (Berlin).

TH. FLOURNOY. **Note sur les temps de lecture et d'omission.** *Année psychol.* II. 1896. S. 45—53.

Verschiedenen Versuchspersonen wurden zwei Listen mit je 24 Worten vorgelegt. Die Hälfte der Worte gehörte zu einer Kategorie A — waren also z. B. Tiernamen —, die anderen gehörten beliebigen anderen Kategorien an. Es wurde als Aufgabe gestellt, aus der ersten Liste möglichst rasch die zur Kategorie A gehörigen Namen vorzulesen, aus der zweiten Liste die anderen Namen. Die zum Vorlesen erforderliche Zeit wurde gemessen, und es ergab sich, dafs mit Ausnahme seltener Fälle das Vorlesen der ersten Liste merklich rascher vor sich ging. Die Versuchspersonen gaben an, dafs das Vorlesen der ersten Liste, z. B. der Tiernamen, ohne alle Störungen vor sich ginge, dafs dagegen bei der anderen Liste erstens eine Tendenz, die Tiernamen auszusprechen, und zweitens eine Tendenz, die anderen weniger in Bereitschaft befindlichen Worte zu vergessen, störend wirkten. Verfasser weist zur Erklärung darauf hin, dafs bei den Versuchspersonen alle Vorstellungen, welche mit dem Wort Tier in Zusammenhang stehen, in gröfsere Bereitschaft gesetzt würden und unter ihnen auch die Bewegungsbilder der Worte, welche Tiernamen bedeuten. SCHUMANN (Berlin).

ANGELO MOSSO. **Fear.** Translated from the Italian by E. LOUGH and F. KIESOW. London, New York and Bombay: Longmans, Green & Co. 1896. 278 S.

Schon vor zwölf Jahren (1884) erschien die erste Auflage des allgemein bekannt gewordenen Mossoschen Buches über die Furcht. Nachdem die dritte Auflage des italienischen Originals eine Übersetzung ins Französische (1886) und ins Deutsche (1889 s. *diese Zeitschr.* Bd. I. S. 152) erlebt hat, erfährt nunmehr die fünfte eine solche ins Englische.

Einem englischen Übersetzer bereitet das Werk wegen des emotionell, man könnte beinahe sagen, sentimental gehaltenen Stiles ganz besondere Schwierigkeiten. Ist doch diese Methode, die Wissenschaft populär zu machen, sowohl dem englischen Leser als auch dem Geiste der englischen Sprache völlig fremd. Um so mehr verdienen Herr und Frau KIESOW deshalb unseren Dank, dafs ihre Version das Sprachgefühl des Lesenden nur ausnahmsweise verletzt.

Das Buch ist für den Laien bestimmt, und wird wohl in sog. gebildeten Kreisen eine gewisse Verbreitung erlangen. Wissenschaftlich betrachtet sind die verschiedenen Kapitel von sehr ungleichem Werte, überhaupt aber der positive Inhalt etwas dürftig.

E. B. TITCHENER (Cornell Univ. U. S.).

Stadelmann. **Tod durch Vorstellung (Suggestion).** *Zeitschr. f. Hypnot.* III. 3.

St. betrachtet zunächst die Hypnose als ungefährlich insoweit, als sie wohl, von ungeübter Hand ausgeübt, das Medium in der Gesundheit schädigen, doch nicht den Tod herbeiführen kann. Letzteres ist aber wohl erreichbar durch Fremd- und Autosuggestion. „Stellen wir uns unseren Organismus vor als entstanden durch einen unendlich lange Reihe von Jahren dauernden Entwickelungsprozeſs und fassen wir alle Lebensäuſserungen auf als Reaktion von Reizwirkungen, welche unseren Willen treffen, und rechnen dazu auch die Thätigkeit der längs gestreiften Muskulatur, alle automatischen Vorgänge in unserem Körper, — so bedeutet der Tod das Aufhören all dieser Reize auf den Willen." „Suggestion ist die Reizeinwirkung auf den Willen in einem bestimmten momentan eingeengten Bewuſstseinszustande." Durch die Suggestion können Atmung, Herzthätigkeit u. dergl. beschleunigt und verlangsamt werden, weshalb dann nicht auch aufgehoben? Auch die automatischen Bewegungen im Körper können zum Stillstand gebracht werden. Damit ist der Tod gegeben. Umpfenbach (Bonn).

E. Hallervorden. **Über anämische Sprachstörung.** *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkr.* 1896. Heft 2.

H. lenkt an der Hand von drei Krankengeschichten (Blutung infolge von Abort — Magengeschwür — und Körperverletzung) die Aufmerksamkeit auf eine rasch vorübergehende Sprachstörung artikulatorischer und aphasischer Art. Im Anschluſs an eine profuse Blutung erfolgt die Wortbildung schleppend, verwischt; die syllabare resp. verbale Koordination ermangelt der Präzision, als ob die ausführenden Organe schwach, müde, insuffizient sind. Die Worte werden entstellt wiedergegeben. Es besteht Paraphasie. Die Störungen sind nicht vollständig, es handelt sich um Dysphasie und Dysartrie. Die Ursache liegt in Muskelanämie und Hirnrindenanämie. Umpfenbach (Bonn).

A. Cramer. **Über Sinnestäuschungen bei geisteskranken Taubstummen nebst einigen Bemerkungen über die Bedeutung der Wortklangbilder und Wortbewegungsbilder bei Gehörstäuschungen.** *Arch. f. Psychiatr.* XXVIII. Band. Heft 3. 23 S.

Verfasser berichtet über einen von Geburt an Taubstummen, welcher als geisteskrank auf die psychiatrische Klinik zu Göttingen gebracht wurde und hier durch mehrere Jahre in Behandlung stand. Bei diesem Patienten traten Sinnestäuschungen auf, welche in ihrer Dignität Gehörstäuschungen vollkommen entsprachen. Der Kranke hatte Taubstummenunterricht erhalten und bediente sich daher auſser der Gebärdensprache ziemlich geläufig der Lautsprache. Eine vorgenommene Gehörprüfung ergab totale Taubheit für Klänge und Geräusche. Wortklangbilder spielten daher bei den Sinnestäuschungen des Patienten, welche deutlich den Charakter des „Gedankenlautwerdens" zeigten, keine Rolle. Da derselbe in der Lautsprache und in der Taubstummengebärdensprache dachte, so führt Verfasser die Sinnestäuschungen einerseits auf abnorme Vorgänge bei Bildung von Bewegungsvorstellungen des Sprachapparates,

andererseits auf abnorme aus der Gebärdensprache der Hände resultierende Bewegungsbilder zurück.

Bei einem anderen Patienten handelte es sich nicht um angeborene, sondern um eine im 10. Lebensjahre infolge eines Mittelohrkatarrhs erworbene Taubstummheit. Trotz der zur Zeit der Untersuchung bestehenden totalen Taubheit zeigte der Patient deutliche Gehörstäuschungen, welche darauf zurückzuführen sind, „dafs den zentralen Acusticus treffende abnorme Reize, die sehr wohl in diesem Falle durch den krankhaften Prozefs im Mittelohr veranlafst sein können, ebenso zu Wortklangbildern verarbeitet werden können, wie früher die reellen Reize aus der Aufsenwelt."

Im Anschlufs an die beiden beschriebenen Fälle geht Verfasser näher auf die Genese des Gedankenlautwerdens ein. Während er früher „ein unbedingtes Prävalieren von abnormen Vorgängen bei Bildung von Wortbewegungsvorstellungen für das Zustandekommen des Gedankenlautwerdens" annahm, modifiziert er auf Grund eingehender Beobachtungen seine Theorie dahin, dafs die Stätte der Wortbewegungsbilder mit der Wortklangbildungsstätte so innig assoziativ verknüpft ist, dafs eine Schädigung der Bewegungsvorstellung über ein gesprochenes Wort ohne Mitbeteiligung des Wortklangbildes kaum denkbar erscheint. „Wie bei den verschiedenen Menschen das verbale Denken bald mehr, bald weniger betont ist, so ist auch bei Geisteskranken das Symptom des Gedankenlautwerdens bald mehr, bald weniger von abnormen Vorgängen bei Bildung von Sprachbewegungsvorstellungen abhängig."

Theodor Heller (Wien).

Jakob Zwecker. **Über die Fähigkeit, Gewichte zu taxieren bei Paralytikern im Stadium der Remission.** Inaugural-Dissertation. München, 1895. 48 S.

Verfasser führt die widersprechenden Resultate der früheren Untersuchungen des Druck- und Muskelsinnes auf die Unvollkommenheit der gebrauchten Apparate, die abweichenden Methoden zur Bestimmung des Unterschiedsschwellenwertes und die mangelhaften Vorsichtsmafsregeln bei den Experimenten zurück. Verfasser konstruierte daher für die Untersuchung des Drucksinnes einen einfachen Apparat, welcher der Forderung entspricht, „den Tastsinn und das Gemeingefühl ebenso wie den Gesichtssinn und den Muskelsinn auszuschliefsen." Die frühere Methode des Unterschiedsschwellenwertes ersetzte er durch eine andere, „welche erlaubt, ohne Rechnung allerdings den Maximalunterschiedsschwellenwert zu finden." Die unter weitgehenden Vorsichtsmafsregeln angestellten Versuche bei einer gesunden Versuchsperson ergaben eine annähernde Übereinstimmung mit dem Weberschen Gesetz. Das Ergebnis der analogen Untersuchung bei Paralytikern im Remissionsstadium war im wesentlichen ein negatives. Hier trat Ermüdung entweder schon anfangs oder nach drei bis vier Einzelversuchen auf und äufserte sich in der vollständigen Unfähigkeit, die Gewichtsgröfsen auch nur annähernd zu beurteilen.

Theodor Heller (Wien).

Beiträge zur Psychologie der Komplexionen.

Von

Dr. STEPHAN WITASEK.

An den Vortrag über die „Auffassung von Veränderungen", den Dr. STERN auf dem letzten Psychologenkongreſs gehalten hat, schloſs sich eine Diskussion an, zu der ich nun[1] noch nachträglich das Wort ergreifen möchte. Daſs ich es nicht gleich damals that, hatte seinen Grund vornehmlich darin, daſs ich das, was ich zu sagen habe, nicht mit der bei einer solchen Gelegenheit nötigen Kürze und Knappheit hätte vorbringen können. Jedoch als Einleitung zu den zwei folgenden Studien — die übrigens nebenbei bemerkt zur Zeit des Kongresses im wesentlichen längst fertig gestellt waren — dürfte dieser Nachtrag, da er denselben Gegenstand betrifft wie sie, ganz gut vorzubringen sein. Die Wichtigkeit der Sache und das Interesse, das ihr gelegentlich jenes Vortrages entgegengebracht worden ist, berechtigt mich wohl, anzunehmen, daſs ich auch heute noch nicht zu spät komme.

Gegenstand der Diskussion waren die Ausführungen, die Dr. STERN der Veränderungswahrnehmung gewidmet hatte. Er wies darauf hin, daſs sich die Vorstellung der Veränderung auf von einander grundverschiedene psychische Vorgänge aufbauen könne. Vergleichen wir zwei zeitlich getrennte Zustände eines und desselben Dinges und finden wir sie verschieden, so kommen wir zur Überzeugung, daſs an dem Dinge eine Veränderung vor sich gegangen sein müsse; die Veränderungsvorstellung, die wir auf diesem Wege erhalten, ist eine un-

[1] nachdem ich auf den eben erschienenen Bericht über den III. internationalen Kongreſs für Psychologie, München, Lehmann 1897, verweisen kann.

anschauliche, indirekte, das Produkt eines Schlufsverfahrens. Wenn wir aber den Sekundenzeiger einer Uhr oder bei rascher Verdunkelung der Lichtquelle die Helligkeit eines Bogens Papier betrachten, so sehen wir die Veränderung, und von der Notwendigkeit eines Vergleichens ist keine Rede. Dr. Stern nennt das die „eigentliche oder direkte Wahrnehmung von Veränderungen" und charakterisiert sie als „diejenige, in der alle wesentlichen Faktoren der Veränderung, insbesondere zeitlicher Ablauf, Stetigkeit und successive Verschiedenheit, unmittelbarer Bewufstseinsinhalt sind. Vorbedingung dessen ist, dafs ein zeitlich ausgedehnter Bewufstseinsakt eine psychische Einheit bilden, d. h. in seiner Gesamtheit Grundlage einer einheitlichen Auffassung werden kann."[1] — Als dritte Art von Veränderungsauffassung macht Dr. Stern schliefslich die durch momentane Wahrnehmung zu stande kommende namhaft. „Insofern ein einzelner Wahrnehmungsmoment alle den Veränderungseindruck konstituierenden Faktoren enthält, bezeichne ich seinen Inhalt als ‚Übergangszeichen', d. h. es handelt sich nicht um direkte Wahrnehmung der Veränderung, (denn hiezu gehört Wahrnehmung des zeitlichen Ablaufs), sondern um ein psychisches Gebilde von charakteristischer Eigenart, das auf Grund früherer Erfahrungen Veränderung-anzeigend gedeutet wird."[2]

Ich weifs nicht, ob diese Auseinandersetzungen Dr. Sterns eine Erweiterung jener theoretischen Darlegungen bedeuten, die er schon an anderer Stelle über diesen Gegenstand vorgebracht hat. In seiner Arbeit über „die Wahrnehmung von Helligkeitsveränderungen"[3] wenigstens unterscheidet er blofs zwischen momentaner und indirekter Auffassung (durch Vergleichen). Die „eigentliche" Veränderungswahrnehmung, die er in seinem Vortrage charakterisiert hat, bleibt dort unerwähnt. Ob er vielleicht die visuelle Bewegungsvorstellung, wie er sie in seiner Arbeit über „die Wahrnehmung von Bewegungen vermittelst des Auges"[4] analysiert, als einen solchen Thatbestand hinstellt, ist mir nicht völlig sicher.

So viel aber ist klar, dafs die momentane und die eigentliche Veränderungswahrnehmung einander viel näher stehen

[1] S. Kongrefsbericht. S. 186.
[2] Ebenda.
[3] *Diese Zeitschr.* Bd. VII. S. 249 ff.
[4] *Diese Zeitschr.* Bd. VII. S. 321 ff.

als der indirekten. Schon der unmittelbare psychische Aspekt spricht deutlich genug dafür, und ich bin daher eher geneigt, den Umstand, daſs Dr. STERN ursprünglich von der „eigentlichen“ Veränderungswahrnehmung gar nicht gesprochen hat, dahin zu verstehen, daſs er sie im groſsen und ganzen mit der Momentanwahrnehmung mit behandelt zu haben meint, als daſs er sie ganz übersehen hätte.

Ich möchte aber noch um einen Schritt weiter gehen und sagen: Die momentane und die eigentliche Wahrnehmung sind einander wesensgleich. Diese Ansicht stütze ich auf folgende Überlegungen.

Die momentane Veränderungswahrnehmung stellt sich nach STERN im wesentlichen folgendermaſsen dar. Es liege ein Reiz R_1 vor, dem die Empfindung E_1 entspricht; dieser Reiz R_1 gehe nun in einem bestimmten Zeitpunkt in den davon verschiedenen (aber demselben Gebiete angehörigen) Reiz R_2 über; diesem R_2 entspricht ein E_2. Während nun auf Seite der physikalischen Reize nichts Anderes gegeben ist als R_1 und dann R_2, entsteht auf psychischer Seite auſser den diesen Reizen entsprechenden Empfindungen E_1 und E_2 noch etwas Drittes, ein x, das im Momente des Überganges von E_1 nach E_2 aktuell wird und uns die Überzeugung vermittelt, daſs eine Veränderung stattgefunden habe.

Besehen wir uns demgegenüber einen Fall der eigentlichen Veränderungswahrnehmung. Auf Seite der Reize findet z. B. ein kontinuierlicher Übergang von R_a nach R_n in bestimmter Geschwindigkeit statt. Was liegt auf psychischer Seite vor? Zunächst gewiſs die Reihe der Empfindungen von E_a bis E_n, und auf Grund dieser Empfindungsreihe ergiebt sich uns die anschauliche Wahrnehmungsvorstellung einer Veränderung. Nun taucht aber die Frage auf, wie kommt es denn, daſs wir in diesem Falle unmittelbar zum Bewuſstsein einer Veränderung kommen, während wir, wenn die Veränderungsgeschwindigkeit unter einer gewissen Grenze bleibt, dazu erst eines Vergleiches des Anfangs- mit dem Endstadium bedürfen? Beide Male handelt es sich ja um eine kontinuierlich sich verändernde Reihe von Reizen, der beide Male eine allmählich sich verändernde Empfindung entspricht. Wie kommt es, daſs wir bei gröſserer Geschwindigkeit des Vergleiches entbehren können? Daran kann es nicht liegen, daſs hier das Veränderungsergebnis

schon innerhalb so kurzer Zeit merklich ist, innerhalb welcher es bei geringer Geschwindigkeit die Merklichkeitsschwelle noch nicht erreicht. Denn Merklichkeit und Unmerklichkeit kommen erst dort in Betracht, wo verglichen wird; das ist aber gerade bei der eigentlichen Veränderungswahrnehmung nicht der Fall. Was ist es also, das die Funktion des bei geringer Geschwindigkeit notwendigen Vergleichens, nämlich zur Erkenntnis der Veränderung zu führen, bei gröfserer Geschwindigkeit ersetzt?

Haben wir die Antwort auf diese Frage vielleicht darin gegeben, dafs bei der eigentlichen Wahrnehmung von Veränderung „alle wesentlichen Faktoren der Veränderung, insbesondere zeitlicher Ablauf, Stetigkeit und successive Verschiedenheit unmittelbarer Bewufstseinsinhalt sind?“ Da müssen wir uns vorerst darüber klar werden, was hier mit dem Ausdruck „unmittelbarer Bewufstseinsinhalt sein“, gemeint ist. Er kann heifsen, dafs der betreffende Wahrnehmende an das Vorhandensein des zeitlichen Ablaufes, der Stetigkeit etc. ausdrücklich denkt, darum weifs, darüber urteilt. Ist das in unserem Falle gemeint? Nein; von der Notwendigkeit eines solchen Urteils zum Zustandekommen der anschaulichen Veränderungsauffassung ist keine Rede — wenn auch der Vorgang so beschaffen sein mufs, dafs es sich müfste mit Evidenz fällen lassen. — Heifst also der fragliche Ausdruck blos, dafs Stetigkeit etc. vorgestellt werden? Wohl auch nicht; viel eher, dafs etwas Stetiges, zeitlich Ablaufendes und sich successive Veränderndes in der Wahrnehmungsvorstellung sei. Doch auch damit kann der Sinn des Ausdruckes nicht völlig getroffen sein; denn das träfe ja gerade so gut für den Thatbestand zu, der den Umweg über's Vergleichen braucht, da auch in diesem Falle der Reizvorgang und demgemäfs wohl auch der Empfindungsvorgang die genannten Eigenschaften aufweist. Ja — könnte man dem gegenüber wieder sagen — bei der indirekten Veränderungsauffassung sind diese Eigenschaften allerdings gegeben, aber sie werden nicht aufgefafst. Freilich; das heifst aber nichts Anderes, als dafs zwischen unserem Verhalten zur Stetigkeit, successiven Veränderung etc. bei indirekter Veränderungsauffassung einer- und bei anschaulicher andererseits genau dieselbe Verschiedenheit besteht wie zwischen deren Vorstellungen selbst, und sie können daher, zumal sie überdies

nichts Anderes als abstrakte Vorstellungen von Veränderungen bestimmter Art sind, zur Erklärung dieser Verschiedenheit nicht herangezogen werden.

Es bleibt demnach keine andere Beantwortung unserer Frage über als folgende: Was an Reizvorgängen und an diesen unmittelbar entsprechenden Empfindungen bei direkter und bei indirekter Veränderungsauffassung vorliegt, ist einander gleichartig. Die indirekte Veränderungsauffassung stützt sich auf ein Vergleichen, die direkte nicht, und doch mufs etwas da sein, das ihr das Vergleichungsergebnis ersetzt. Da das im ursprünglichen Empfindungsthatbestand nicht liegen kann, da ferner die Selbstbeobachtung absolut nichts von irgend welchen mittelbaren, abgeleiteten Funktionen merken läfst, so sind wir wohl genötigt, anzunehmen, dafs sich in solchen Fällen ganz unmittelbar ein eigener neuer Vorstellungsthatbestand einstellt, der dann erst die auschauliche Veränderungsvorstellung ausmacht. Dafs dieses psychische Plus, das zu dem vom Reizvorgang direkt Gebotenen hinzukommt, ein Vorstellungsthatbestand und nicht etwa ein Veränderungs„gefühl“ sein kann, erhellt daraus, das gerade dieses Element es ist, welches die eigentliche Veränderungsauffassung zur wirklichen, einzig anschaulichen macht, bei der man die Veränderung direkt wahrnimmt, was nur dann möglich ist, wenn sie eben Inhalt einer anschaulichen Vorstellung ist und ihr Gegebensein nicht erst aus irgend welchen anderen psychischen Daten erschlossen zu werden braucht; das wäre aber notwendig, wenn es sich durch ein „Gefühl“ ankündigte. — Wir sehen also, auch bei der anschaulichen, zeitlich ausgedehnten Veränderungswahrnehmung giebt es auf psychischer Seite neben den direkten Empfindungen E_a bis E_n, die wir ohne weiteres den Reizen R_a bis R_n zuordnen können, einen neuen Vorstellungsinhalt x, dem im objektiven physikalischen Reizvorgang nichts entspricht.

Ein Einwand ist noch zu beseitigen, bevor sich diese Behauptung einer kritischen Betrachtung aussetzen darf. Ist die Verschiedenheit unseres psychischen Verhaltens gegenüber Veränderungen bei über- und bei untermerklicher Geschwindigkeit nicht vielleicht schon eben durch diese Geschwindigkeitsverschiedenheit allein genügend erklärt? Könnte man nicht sagen, dafs der anschauliche Eindruck, den eine mit der nötigen Geschwindigkeit vor sich gehende Veränderung hervorruft, doch

nichts Anderes enthält, als die den Reizen direkt entsprechenden Empfindungen, und dafs diese an und für sich ohne Hinzutreten eines neuen psychischen Thatbestandes genügen, jenen Eindruck auszumachen? — Wir brauchen uns nur näher zu besehen, was dieser Gedanke verlangt, um seine Unhaltbarkeit zu erkennen. Beschränken wir uns auf das unmittelbar Empfundene, so liegt während des Ablaufes eines kontinuierlich sich verändernden Reizes in jedem Augenblick nichts Anderes vor als eben die dem Reize des betreffenden Augenblicks entsprechende Empfindung; dann ist in jedem Moment von dem Vorangegangenen keine Spur mehr vorhanden. Nehmen wir die Erinnerungsbilder der vorhergegangenen Stadien der Veränderung hinzu, so haben wir trotz der äufseren Kontinuität des objektiven physischen Vorganges doch nur eine Summe, eine Mehrheit von einander fremd gegenüberstehenden, unverbundenen Vorstellungsinhalten, die den Charakter einer „psychischen Einheit" nicht aufweisen kann. Lassen wir aber die Erinnerungsbilder wieder aufser Spiel und kehren wir zum reinen Emfindungsgebiet zurück, ziehen jedoch diesmal die ganze Empfindungsreihe, wie sie abläuft, in Betracht, so sind wir mit dieser Mehrheit von psychischen Thatbeständen gegenüber der geforderten Einheit noch schlechter daran als mit der zuerst herangezogenen, da die einzelnen Bestandteile hier sogar über eine Zeitstrecke verteilt sind.[1] Das blofse unmittelbare Empfinden kann eben nichts liefern als unverbunden nebeneinander stehende Inhalte; der anschauliche Inhalt einer Veränderungsvorstellung ist jedoch mehr als eine blofse Summe von Einzel-

---

[1] In der Zeit zwischen Abschlufs des Manuskripts und Korrektur der vorliegenden Arbeit erschien STERNS Aufsatz über „Psychische Präsenzzeit" (*diese Zeitschr.* Bd. XIII. S. 325 ff.), in deren erstem Abschnitt die Behauptung vertreten wird, dafs das Vorstellen zeitlich ausgedehnter Gegenstände ohne Mitwirkung des Gedächtnisses durch einen auf der Thatsache der „Präsenzzeit" beruhenden eigentümlichen psychischen Thatbestand zu stande komme. Aus begreiflichen äufseren Gründen kann ich hier auf diese Ansicht nicht mehr näher eingehen, was jedoch für den vorliegenden Zweck insoferne gleichgültig ist, als sie wenigstens damit, worauf es mir in der Widerlegung des obigen Einwandes ankommt, ganz gut im Einklang steht; denn auch von ihrem Standpunkte aus genügt das in jedem Momente vom physikalischen Reize direkt gelieferte Empfindungselement keineswegs für das Zustandekommen der anschaulichen Veränderungswahrnehmung

zuständen; wenn ich einen sich verändernden Vorgang anschaulich wahrnehme, so ist in meinem Vorstellen keine bloße Summe von Einzelzuständen enthalten. Ich stelle sie vielmehr in Verbindung mit einander vor, und diese Verbindung muß ja auch vorgestellt sein. Das heißt also, die Vorstellung einer Veränderung enthält nicht nur die Vorstellungen der einzelnen Veränderungsstadien, sondern auch die Vorstellung ihrer Verbindung.

Wir können also sagen: Der anschauliche Wahrnehmungsinhalt einer Veränderung ist ein eigenartiges psychisches Gebilde, das sich aus den unmittelbaren Empfindungen und einer die Verbindung der Inhalte dieser darstellenden Vorstellung zusammensetzt, doch in der Weise, daß diese letztere Vorstellung nicht etwa als neues Bestandstück neben den Empfindungen steht, sondern vielmehr auf diese gegründet ist und ohne sie ebensowenig gedacht werden kann, wie irgend eine Relation ohne ihre Glieder.

Ich erinnere nun daran, daß es mir darum zu thun ist, die psychologische Wesensgleichheit der „momentanen“ mit der „eigentlichen“ Veränderungswahrnehmung zu beweisen. Dazu haben wir nun die Grundlagen in der Hauptsache beisammen.

Die momentane Veränderungsauffassung charakterisiert sich dadurch, daß außer den beiden Empfindungen E_1 und E_2 im Augenblicke des Überganges ein x in die Vorstellung tritt, für das der physikalische Reiz kein Korrelat enthält. Genau dasselbe haben wir mutatis mutandis als das Wesentliche der „eigentlichen“ Veränderungswahrnehmung erkannt. Dazu kommt noch, daß dieses über den physikalischen Reizvorgang hinausgehende psychische Plus ohne die Empfindungsinhalte in beiden Fällen, in der momentanen Auffassung gerade so gut wie in der zeitlich ausgedehnten, physiologisch sowohl wie psychologisch, undenkbar ist. Und schließlich weise ich darauf hin, daß die Hypothesen, durch welche Dr. Stern seine Übergangsempfindung physiologisch verständlich zu machen sucht, auch auf die Sachlage der eigentlichen Veränderungswahrnehmung anwendbar sind; doch möchte ich gerade darauf kein besonderes Gewicht legen.

Wir können also sagen: Die anschauliche Auffassung momentaner und die zeitlich ausgedehnter Veränderungen sind gleich-

artige psychische Vorgänge. Die Verschiedenheit des psychologischen Aspektes beider betrifft nichts Wesentliches und ist durch die zeitlichen Verhältnisse genügend erklärt.

Ich bin nun an dem Punkte angelangt, wo ich an die Diskussion über den Vortrag Dr. STERNS anknüpfen möchte. Mir ist nämlich an dieser Diskussion zweierlei aufgefallen. Erstens, dafs alles, was pro und contra gesagt wurde, zwar dem Wortlaute nach der Übergangsempfindung galt, dem Sinne nach aber ganz wohl auch auf die „eigentliche“ Veränderungswahrnehmung anwendbar war, so dafs ich mich der Vermutung nicht enthalten kann, die Unterredner hätten, sei es bewufst, sei es unbewufst, auch diese im Auge gehabt; jedenfalls liegt in diesem Umstand eine Bestätigung meiner obigen Behauptung. Zweitens, dafs mit einer einzigen Ausnahme sämtlichen Äufserungen die Anerkennung jenes psychischen Plus zu Grunde lag und es sich eigentlich nur um seine Benennung und Klassifikation handelte. Prof. KÜLPE nahm Anstofs daran, dafs der Thatbestand als Empfindung bezeichnet werde; Prof. EBBINGHAUS schlug den Terminus Anschauung vor; Prof. EXNER wies auf die bekannte Erfahrung hin, dafs Bewegungen im Gesichtsfeld auch bei untermerklicher Distanz von Anfangs- und Endpunkt erkennbar sein können, und deutete sie in einem Sinne, der zeigte, dafs er gleichfalls die Existenz von psychischen Thatbeständen, die über den physikalischen Reiz hinausgehen, anerkennt. Nur Dr. STRATTON erklärte sich gegen die Annahme und stellte sie als unbegründet hin; sein Hauptargument bestand, wenn ich mich recht erinnere, darin, dafs die Annahme von Veränderungsempfindungen zu einer unendlichen Reihe von Veränderungsempfindungen höherer Ordnung führe. Leider kann ich keinen Versuch unternehmen, seinen Einwand zu entkräften — vielleicht ist es übrigens ohnedies schon durch die Entgegnung Dr. STERNS geschehen —, da mir mein Gedächtnis die blos summarischen Angaben des Kongrefsberichtes in diesem Punkte nicht ausreichend ergänzt.

Ich werde also kaum Widerspruch zu befürchten brauchen, wenn ich sage:

Auf psychologischer Seite liegt das Wesentliche der direkten Veränderungsauffassung darin, dafs die den physikalischen Reizen unmittelbar entsprechenden Empfindungsinhalte zur psychischen

Einheit durch einen hinzutretenden Vorstellungsinhalt zuzammengefaſst werden, einen Inhalt, dem in den physikalischen Reizen nichts entspricht und der so beschaffen ist, daſs er gesondert von den Empfindungsinhalten, auf die er sich sozusagen gründet, gar nicht vorgestellt werden kann.

Gewiſs ist es eine höchst wichtige Eigentümlichkeit des psychischen Lebens, die wir durch diese Erkenntnis erfaſst haben. Sie ist aber noch beträchtlich wichtiger, als sie sich uns bis jetzt dargestellt hat; denn sie erstreckt sich über ein viel weiteres Gebiet psychischen Geschehens, als das ist, auf dem wir sie vorläufig betrachtet haben, ja ich möchte sie sogar zu dessen allgemeinsten und charakteristischesten Merkmalen zählen. Ist ja schon das Gebiet dessen, was wir Veränderung im gewöhnlichen Sinne nennen, auſserordentlich umfangreich und mannigfaltig. Und doch ist es nur ein kleiner Teil von all den Fällen, in denen sich diese psychische Eigentümlichkeit bethätigt. Die anschauliche Vorstellung einer Melodie, wohl eines der prägnantesten hierhergehörigen Beispiele, kommt nur durch sie zu stande; nicht minder die eines Akkordes oder sonst eines musikalischen Zusammenklanges; ferner ebenso die kinästhetische Bewegungswahrnehmung, und die visuelle Auffassung von Bewegungen dürfte, selbst wenn Dr. Stern mit seiner Analyse dieses Vorganges recht haben sollte, nicht ohne das Mitwirken dieses psychischen Prinzipes zu stande kommen können.

Richten wir unseren Blick nun auf Weiteres und fassen wir dabei das Wesentliche der in Rede stehenden Thatsache möglichst allgemein ins Auge, so fällt uns sofort auf, daſs wir bis jetzt nur innerhalb einer einzigen natürlichen Klasse der besprochenen Thatsache geweilt haben, über die jedoch diese selbst weit hinausreicht. Ihr wesentliches Charakteristikon, ein Vorstellungsinhalt, der sich auf andere in der besprochenen eigentümlichen Weise gründet und dem im physikalischen Reizvorgang kein Korrelat entspricht, zeigt sich ganz unverkennbar im Gebiete einer groſsen, überaus bedeutenden Klasse psychischen Geschehens, nämlich bei den Beziehungsvorstellungen. Die Vorstellungen von Gleichheit, Ähnlichkeit, Verschiedenheit sind nicht durch Empfindung oder Wahrnehmung gegeben; sie bauen sich vielmehr, hier allerdings unter Vermittelung einer

eigenen psychischen Thätigkeit, des Vergleichens, auf anderen Vorstellungen auf. Das Gleiche gilt von dem ausgedehnten Gebiet der Notwendigkeitsrelationen, die ja auch in den mannigfachsten Gestalten eine grofse Rolle in unserem Vorstellungsleben spielen.

Das sind die auffälligsten und handgreiflichsten Fälle, an denen das Entstehen eines neuen, über den physikalischen Reiz hinausgehenden Vorstellungsinhalts zu erkennen ist; aber es sind noch nicht alle. Meine Aufgabe kann es jedoch nicht sein, die übrigen Fälle vorzuführen, denn die Analyse, die erforderlich wäre, um ihre Hierhergehörigkeit erkennen zu lassen, würde zu weit führen. Überdies kann ich in diesem Punkte auf bereits ältere Publikationen verweisen. Denn wer die Fortschritte der Psychologie während der letzten Jahre verfolgt hat, wird wissen, dafs ich mit diesen Darlegungen keineswegs einen neuen Gedanken bringe. EHRENFELS hat längst[1] gezeigt, dafs manche komplexe Vorstellungsgebilde Inhaltsteile aufweisen, die nicht direkt vom physikalischen Reiz herrühren, aber doch eine wesentlich bestimmende Rolle spielen. Er benützte bei seinen Ausführungen hauptsächlich das Beispiel der Melodie und der räumlichen Gestalt und kam auf diesem Wege dazu, für solche Gebilde die Bezeichnung Gestaltqualität vorzuschlagen. MEINONG[2] unterzog die Gedanken EHRENFELS' einer kritischen Durchsicht, auf Grund welcher er dieses psychische Plus, das seinen direkten Ursprung nicht im physikalischen Reiz hat, das sich vielmehr auf andere Vorstellungsinhalte gründet, die es dadurch zu einer psychischen Einheit verknüpft, als fundierten Inhalt bezeichnete, während er für das ganze Vorstellungsgebilde, die fundierenden Inhalte zusammen mit dem fundierten, die Bezeichnung „Komplexionsvorstellung" vorschlug; die Bestandstücke dieser sind demnach eben die fundierenden Inhalte.[3]

---

[1] Über „Gestaltqualitäten". *Vierteljahrsschr. f. wiss. Phil.* XIV. (1890.) S. 249—292.

[2] Zur Psychologie der Komplexionen und Relationen. *Diese Zeitschr.* Bd. II. S. 245—265. Die allerwichtigsten Grundzüge der in den beiden zitierten Arbeiten niedergelegten Lehre habe ich in gedrängter Kürze in *dieser Zeitschr.*, Bd. XII, S. 188 f., Anm., reproduziert.

[3] Damit soll nicht gesagt sein, dafs jede Komplexionsvorstellung auf Fundierung angewiesen ist. Vergl. dazu MEINONG, Beiträge zur

Nach dieser Terminologie ist also die anschauliche Veränderungsvorstellung eine Komplexionsvorstellung, deren Bestandstücke durch die einzelnen ineinander übergehenden Empfindungsinhalte gegeben sind, während dasjenige, was dieses „objektive Kollektiv“[1] zur Einheit verbindet, der der Veränderungsvorstellung eigentümliche fundierte Inhalt ist.

Ich glaube nicht, den Ideen Dr. Sterns und derer, die an der Diskussion in München Teil genommen haben, durch diese Übersetzung in die Ausdrucksweise Meinongs und Ehrenfels' Gewalt anzuthun. Ich hoffe vielmehr, dafs es mir gelungen ist, die erfreuliche Thatsache nachgewiesen zu haben, dafs die psychologische Forschung wieder einmal auf völlig getrennten Bahnen zu gleichem Ergebnis gelangt ist. Vielleicht darf ich mich auch der Hoffnung hingeben, dadurch denjenigen, die auf diesen getrennten Bahnen vorwärts schreiten, neuen Anstofs zu gegenseitiger Würdigung und Anregung gegeben zu haben.

Den Komplexionsvorstellungen sind auch die folgenden zwei Untersuchungen gewidmet. Die Fragen, denen sie nachgehen, sind freilich ganz anderer Art als die von Dr. Stern behandelten, und dadurch ist eine ziemliche Verschiedenheit des äufseren Aspekts unserer Arbeiten bedingt. Doch wird der Kundige unschwer herausfinden, dafs sie trotzdem einem gemeinsamen Interessenkreise dienen.

Noch will ich vorausschicken, dafs ich mich der Terminologie Meinongs bediene. Als Symbol für eine Komplexionsvorstellung verwende ich, gleichfalls nach Meinong, das Zeichen $\overset{\frown}{\underset{a\,b\,c\,d}{r}}$, worin a, b, c, d die Bestandteile und r den fundierten Inhalt bedeuten. Unter einer Komplexion höherer Ordnung verstehe ich diejenige, deren nächste Bestandstücke selbst schon Komplexionen sind. Eine solche stellt sich daher in der Symbolik folgendermafsen dar: $\overset{\frown}{\underset{\overset{\frown}{\underset{a\,b\,c}{\varrho_1}}\quad\overset{\frown}{\underset{e\,f\,g}{\varrho_2}}}{r}}$.

Theorie der psychischen Analyse. *Diese Zeitschr.* Bd. VI. S. 353f., ferner Meinong, Phantasievorstellung und Phantasie, *Zeitschr. f. Philos.* Bd. XCV (1889), S. 175 („erzeugbare und vorfindliche Vorstellungskomplexionen“).

[1] Meinong, Beiträge zur Theorie der psychischen Analyse. *Diese Zeitschr.* Bd. VI. S. 353.

I.

Die Entstehung der Vorstellungen von Komplexionen höherer Ordnung.

Ich stelle mir folgende Frage: Woran liegt es, dafs sich aus der grofsen Menge von Empfindungen, die wir in jeder Zeitstrecke, ja auch schon in jedem Augenblick haben, ganz bestimmte Empfindungen aussondern und zu Komplexionen zusammenschliefsen, da doch ursprünglich alle Empfindungen gleich zusammenhanglos nebeneinander stehen? Liegen nämlich die Reize r_1, r_2, r_3, r_4, dann ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3, ϱ_4 vor, und zwar allenfalls so, dafs die mit gleichen Indices versehenen gleichzeitig sind, so giebt das auf psychischer Seite die Empfindungsmehrheit

$$e_1,\ e_2,\ e_3,\ e_4,$$
$$\varepsilon_1,\ \varepsilon_2,\ \varepsilon_3,\ \varepsilon_4,$$

und in dieser können nun die verschiedensten Komplexionsgruppierungen eintreten; es kann e_1, e_2, e_3, e_4 zu einer, ε_1, ε_2, ε_3, ε_4 zur zweiten Komplexion werden; es kann sich ε_1 mit e_1 zusammenschliefsen, aber auch ε_1 mit e_2 u. s. f. — Wonach richtet sich diese Auswahl, die überdies, wie es scheint, ganz ohne unser Zuthun vor sich geht?

Die gleichen ausgezeichneten Dienste, die seinerzeit bei der Grundlegung der Lehre von den Gestaltqualitäten das Beispiel von der Melodie geleistet hat, wird uns bei der vorliegenden Untersuchung der polyphone Tonsatz leisten. Dabei will ich bemerken, dafs ich hier unter polyphonem Tonsatz ganz allgemein diejenige musikalische Form verstehe, die darin besteht, dafs zwei oder mehrere in sich geschlossene, selbstständige Melodien gleichzeitig nebeneinander hergehen. Dafs ein solches musikalisches Gebilde thatsächlich eine Komplexion höherer Ordnung darstellt, habe ich schon an anderer Stelle bewiesen.[1]

Diese zeitliche Komplexion höherer Ordnung und ihr psychisches Entstehen wollen wir uns also näher besehen und uns dabei die Bequemlichkeit eines schematischen Symbols ge-

---

[1] Siehe *diese Zeitschr.* Bd. XII. S. 200. Anm. 2.

statten. Es sei die Melodie M_1: $\overbrace{a_1\, b_1 \overset{r_1}{\,} c_1\, d_1}$ mit der Melodie M_2: $\overbrace{a_2\, b_2 \overset{r_2}{\,} c_2\, d_2}$ zu einem solchen komplexen Gebilde vereinigt. Ist es auf Wahrnehmung aufgebaut, so sind durch diese gegeben etwa a_1 zugleich mit a_2, b_1 mit b_2, c_1 mit c_2 u. s. w. Das ist das durch Wahrnehmung gegebene Material, das der Fundierungsdisposition zu weiterer Verarbeitung vorliegt.

Würde sich nun die Fundierung jedesmal in der gleichen Weise vollziehen und immer zu dem gleichen Resultat führen, so wäre an dem Vorgang nichts besonders Merkwürdiges. Nun wissen wir aber, dafs das keineswegs der Fall ist, sondern dafs, sobald es sich um fundierte Inhalte höherer Ordnung handelt, sehr verschiedene Gruppierungen möglich sind, die natürlich zu voneinander wesentlich verschiedenen Komplexionen führen. In dem von uns betrachteten Beispiel kann sich ja sehr gut aus a_1 und a_2 eine unzeitliche[1] Komplexion zusammensetzen, ebenso aus b_1 und b_2, c_1 und c_2 u. s. w.; und diese unzeitlichen Komplexionen können dann allenfalls als Bestandstücke einer zeitlichen von höherer Ordnung auftreten. Es kann aber auch, wie es der polyphone Satz verlangt, a_1 von a_2 sozusagen getrennt bleiben und mit b_1, c_1, d_1, ebenso a_2 mit b_2, c_2, d_2 eine zeitliche Komplexion fundieren, und diese beiden ihrerseits dann wieder eine solche höherer Ordnung. Wollen wir diese beiden Fälle durch unsere Symbolik darstellen, so erhalten wir für den ersten:

$$\overbrace{\left.\begin{matrix}a_1\\ & r_1\\ a_2\end{matrix}\right) \left.\begin{matrix}b_1\\ & r_2\\ b_2\end{matrix}\right) \left.\begin{matrix}c_1\\ & r_3\\ c_2\end{matrix}\right) \cdots}^{R}$$

und für den zweiten

$$\left.\begin{matrix}\overbrace{a_1\, b_1\, c_1\, d_1 \ldots}^{r_1}\\ \overbrace{a_2\, b_2\, c_2\, d_2 \ldots}^{r_2}\end{matrix}\right) R$$

[1] Was unter den Terminis „zeitliche“ und „unzeitliche“ Komplexion zu verstehen ist, erläutert sich am leichtesten durch Beispiele: Zu ersteren gehören Melodie, Bewegung, zu letzteren Accord, räumliche Gestalt etc. Vergl. EHRENFELS a. a. O. S. 263.

Damit ist aber die Zahl der verschiedenen vorgängigen Möglichkeiten keineswegs erschöpft; vielmehr sind das erst gleichsam die beiden extremen Fälle. In der blofsen Wahrnehmung steht jeder einzelne Ton jedem anderen gleich fremd und zusammenhanglos gegenüber. Es liegt also noch gar kein Grund vor, warum sich nicht etwa die Reihen 1 und 2 kreuzen sollten. So könnte es zu Bildungen kommen, wie $\overbrace{a_1\, b_2\, c_2}^{r_1}$, daraus dann weiter etwa

$$\overbrace{\overbrace{a_1\, b_2\, c_2\, d_1}^{r_1}\quad \overbrace{a_2\, b_1\, c_1\, d_2}^{r_2}}^{R}$$

oder ein andermal

$$\overbrace{\overbrace{\varrho_1\begin{pmatrix}a_1\\a_2\end{pmatrix} \overbrace{b_1\, c_2\, d_1}^{\varrho_2}}^{r}\quad \overbrace{b_2\, c_1\, d_2}^{\varrho_3}}^{R}$$

u. s. w.; die kaum absehbare Mannigfaltigkeit, die sich dabei als möglich herausstellt, sei durch diese wenigen Beispiele angedeutet.

Was ist nun Ursache für das thatsächliche Eintreten einer bestimmten Gruppierung in einem bestimmten Fall? Was veranlafst die Fundierungsdisposition, das eine Mal in dieser, das andere Mal in jener Art der Zusammenfassung an die Bestandstücke heranzutreten? Oder vielleicht besser umgekehrt, was bestimmt die Wahrnehmungsinhalte, sich nun in dieser, dann in jener Gruppierung dem Fundieren dazubieten?

Man sieht, die Voraussetzungen, aus denen sich die Fragestellung ergiebt, sind klar, einfach und höchst einleuchtend; die Frage selbst aber, so notwendig sie sich einstellt, scheint den Forscher entweder vor einer unübersteiglichen Wand stehen zu lassen oder zur Annahme von fast geheimnisvollen, unbewufsten psychischen Funktionen zu zwingen, die man in dem so spontan vor sich gehenden „Wahrnehmen“ von Melodien nie vermuten würde. Jedenfalls kann man sich, zum ersten Male vor diese Frage geführt, eines gewissen Staunens nicht erwehren.

Diese Verwunderung mag sich noch steigern, wenn man jener Beantwortung, die sich vielleicht als nächste und natürlichste darbietet, näher tritt. — Man wird fürs Erste geneigt sein zu sagen, es sei irgend ein den wahrgenommenen Inhalten anhaftendes Moment, das gerade zu dieser und nicht zu einer anderen Gruppierung beim Fundieren führt. Auf eine ganz ähnliche Thatsache wurde ja bereits von Ehrenfels hingewiesen.[1] Wenn ich eine Fläche vorstelle, so hätte ich ja mit ihren unendlich vielen Ortsbestimmungen die Grundlagen für eine unendliche Mannigfaltigkeit von räumlichen Komplexionen, Figuren, in der Vorstellung. Trotzdem gelangen, wie jedermann weifs, diese unendlich vielen Gestalten nicht zur Fundierung, sondern nur diejenigen, deren Bestandstücke sich von den angrenzenden Flächenstückchen hinreichend abheben. Die Bestandstücke selbst tragen das bestimmende Moment in sich, vermöge dessen es gerade zu dieser Fundierung kommt und zu keiner anderen. Ist's nicht auch so in unserem Fall? Nichts weniger als das! Der Unterschied ist in die Augen springend. Während der Anblick derselben gezeichneten Figur zu jeder Zeit und in jedem Individuum zum gleichen fundierten Inhalt führt, sind die psychischen Gebilde, die sich auf jenen wahrgenommenen Toninhalten unter verschiedenen Umständen und in verschiedenen Hörern aufbauen, von einander höchst verschieden. Der Unmusikalische hört irgend eine der vielen Komplexionen, die oben als zwischen den beiden extremen Fällen liegend vorgeführt werden; zu verschiedenen Malen vielleicht verschiedene, niemals aber oder höchstens unter ganz besonders günstigen Umständen die vom Tonsetzer gemeinte zeitliche Komplexion höherer Ordnung, deren Eintreten beim musikalisch Geübten die Regel ist. Es ist offenbar, dafs das Moment, das für die bei der Fundierung eingehaltene Gruppierung den Ausschlag giebt, zum mindesten in den wahrgenommenen Inhalten nicht allein liegen kann.

So bleibt kein anderer Ausweg, als anzunehmen, dafs das Subjekt selbst etwas dazuthun mufs. Hält man sich aber andere Beispiele von Komplexionen verwandter Art vor Augen, so wird dieser Gedanke wohl auf einiges Befremden stofsen. Wer würde je zugeben wollen, dafs die Beschaffenheit

---

[1] „Über Gestaltqualitäten", *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* XIV. S. 288.

der Komplexion, die sich aus irgendwelchen vorliegenden Bestandstücken ergiebt, in irgend einer Weise von der Willkür eines dem Subjekt möglichen Einflusses auf den Verlauf der dabei in Frage kommenden psychischen Funktion abhängig sei? Wenn ich ein Dreieck auf einer Tafel aufgezeichnet sehe, welche psychische Operation sollte mir's da möglich machen, etwas Anderes als eben dieses Dreieck zu sehen? Wenn ich eine Violinsaite anstreiche, wodurch sollte es mir möglich sein, etwas Anderes als diese Klangfarbe zu hören? Es ist meinem Einflusse ganz entzogen, was sich auf Grund der vorliegenden Bestandstücke aufbaut. Und doch ist, wie wir gesehen haben, die Annahme der Möglichkeit und Thatsächlichkeit eines solchen Einflusses, zum mindesten bei Komplexionen höherer Ordnung, eine unausweichliche. Sehen wir also zu, wie wir sie mit den anderwärts gemachten Erfahrungen in Einklang bringen können.

Da lassen sich nun, allerdings aus anderen Komplexions-Klassen, Fälle in Erinnerung bringen, in denen wenigstens das Eintreten des fundierten Inhaltes von eigenem, willkürlichem Eingreifen des Subjektes abhängt. Zur Ähnlichkeits-, Gleichheitsvorstellung kommt man nicht, wenn man nicht vergleicht; dem Konstatieren eines Widerspruches, einer Notwendigkeit liegt eine vorausgegangene psychische Thätigkeit zu Grunde. — Nun ist aber schon, und, wie ich glaube, mit Erfolg, zu zeigen versucht worden, dafs auch die Fundierung der Komplexionen unserer Klasse ebenfalls eine solche Thätigkeit erfordert.[1] Wenn nun auch, wie oben hervorgehoben worden ist, der Ausfall der Komplexionen in den Fällen einfacherer Art, zum Beispiel bei geometrischen Figuren, Klangfarben, einfach gebauten Melodien, Bewegungsvorstellungen, wohl immer der gleiche sein mufs, so kann doch bei zusammengesetzteren Verhältnissen, wie sie bei Komplexionen höherer Ordnung vorliegen, die Annahme, dafs sich diese Thätigkeiten das eine und das andere Mal in verschiedener Weise vollziehen und demnach verschiedene Komplexionen zu Tage fördern, nicht von der Hand gewiesen werden. Man braucht

[1] Siehe Meinong, „Zur Psychologie der Komplexionen und Relationen", *diese Zeitschr.* II. S. 260; auf anderem Wege von mir in meinen soeben im *Arch. f. system. Philos.* Bd. III. erscheinenden „Beiträgen zur speziellen Dispositions-Psychologie".

sich um so weniger daran zu stofsen, als ja durch diese Annahme der natürliche, eindeutige Zusammenhang zwischen fundierenden und fundierten Inhalten, vermöge dessen die gleichen fundierenden Inhalte immer und überall gleiche fundierte Inhalte geben, gar nicht berührt wird. Schematisch ausgedrückt: die fundierenden Inhalte a_1, b_1, c_1 können zusammen immer nur den fundierten Inhalt r_1, ebenso a_2, b_2, c_2 nur r_2 geben, so dafs daraus die Komplexionen $\overset{r_1}{\overbrace{a_1\, b_1\, c_1}}$, $\overset{r_2}{\overbrace{a_2\, b_2\, c_2}}$ entstehen und niemals andere; diese beiden Komplexionen zusammen können wiederum niemals eine andere Komplexion geben als $\overset{R}{\overbrace{r_1\, r_2}}$. Aber das hindert nicht, dafs $a_1\, b_1\, c_1\;\; a_2\, b_2\, c_2$ einmal nicht zu R, sondern zu einem anderen fundierten Inhalt zweiter Ordnung, zu R' führen, wenn sie sich z. B. so gruppieren

$$\overset{R'}{\overbrace{\overset{r'_1}{\overbrace{a_1\, b_2\, c_1}}\qquad \overset{r'_2}{\overbrace{a_2\, b_1\, c_2}}}}$$

Dann hat aber R' andere Bestandstücke als R, nämlich nicht r_1 und r_2, sondern r'_1 und r'_2, und diese letzteren sind von $r_1\, r_2$ verschieden, weil sie ja auch von anderen Inhalten fundiert sind. Also nicht darin liegt die Variabilität der Komplexionen höherer Ordnung, dafs gleiche fundierende Inhalte verschiedene Inhalte unmittelbar fundieren könnten, sondern nur in der Möglichkeit verschiedener Gruppierung derselben, wobei dann verschiedene Bestandstücke natürlicherweise auch verschiedene Komplexionen ergeben müssen.

So sind wir zu dem Ergebnis gekommen, dafs, wenn bei gleichen Unterbestandstücken in verschiedenen Fällen verschiedene Komplexionen fundiert werden, als Ursache davon die Verschiedenheit der am Fundieren beteiligten psychischen Thätigkeit — und zwar nach ihrer die Gruppierung der Bestandstücke bedingenden Seite — in Anspruch genommen werden mufs.

Es ist klar, dafs damit noch keine Antwort auf unsere Frage, sondern nur die Richtung gegeben ist, in der wir sie zu suchen haben. Wir wissen nun, das Mafsgebende für den Ausfall der Komplexion liegt in der Art und Weise, wie das Subjekt mit seinen psychischen Funktionen an das vorliegende

Material herantritt; die Gruppierung der Bestandstücke und die Zusammenstellung zu Komplexionen höherer Ordnung ist bedingt durch eine psychische Thätigkeit. Diese Thätigkeit müssen wir nun näher kennen lernen.

Gewifs wird es den Weg nach diesem Ziel erleichtern, wenn wir zuerst Fälle betrachten, in denen die Sachlage im allgemeinen die gleiche ist wie in den von uns untersuchten zeitlichen Komplexionen höherer Ordnung, nur mit dem Unterschied, dafs sich ihre Fundierung immer in derselben Gruppierung vollzieht. Für diesen Erfolg ist in solchen Fällen offenbar schon die Beschaffenheit der Bestandstücke selbst von gröfster Bedeutung. Es ist nun wohl eine zulässige Annahme, dafs in jenen Fällen, in denen diese objektive Beschaffenheit der Bestandstücke nicht schon von vornherein eine derart zwingende, für den immer gleichmäfsigen Ausfall der Komplexion günstige ist, es der oben geforderten psychischen Thätigkeit vorbehalten ist, diese günstigen Verhältnisse herbei zu führen. Wenn wir also erkannt haben, worin diese günstigen Verhältnisse bestehen, wird es uns auch möglich sein, diejenigen psychischen Thätigkeiten namhaft zu machen, die sie entweder selbst oder in ihren weiteren psychischen Wirkungen hervorzubringen geeignet sind, um dann unsere Aufgabe für gelöst erachten zu können. — Darum wollen wir uns also, wie gesagt, derartige, immer in der gleichen Weise ablaufende Komplexionsbildungen näher besehen.

Wenn auf dem Klavier eine Melodie der Oberstimme von einer jener immer wiederkehrenden Figuren begleitet wird, oder wenn zum volltönenden Klavierpart die Violine eine Melodie spielt, oder wenn ein Streichquartett eine auf dem Klavier vorgetragene Melodie begleitet, oder wenn zum Orchester die Prinzipalstimme eines Violinkonzertes oder ein Horn- oder Posaunenmotiv ertönt: so sind das lauter Fälle, in denen trotz der grofsen Anzahl der gleichzeitig gegebenen Bestandstücke die Fundierung doch immer in gleicher Weise vor sich geht. Zum mindesten wird dabei immer die sogenannte Hauptstimme als solche aufgefafst. Was läfst sich als Ursache dieses Verhaltens erkennen? Es mufs ein Moment sein, das den durch Wahrnehmung gegebenen Bestandstücken anhaftet, das ferner entweder selbst oder in seinen Folgen auch durch willkürliche psychische Thätigkeit herbeigeführt werden

kann. Denn dafs in diesen, sich immer die gleiche Ordnung gleichsam erzwingenden Fällen, die wir nun als Wegweiser zur Beantwortung unserer Frage benützen, das verursachende Moment im Grunde das gleiche sein mufs, wie in jenen variabeln, das ergiebt sich mit Sicherheit aus der Thatsache des allmählichen Überganges zwischen beiden Gruppen.

Sehen wir uns also die oben angeführten Beispiele daraufhin an. Da erinnern wir uns sogleich der Thatsache, dafs derartige Tongebilde in der Regel auch nur dann richtig aufgefafst werden, wenn jene sogenannte Hauptstimme auch ordentlich „herauskommt“, wie sich der Musiker ausdrückt. Wenn sie von dem Vortragenden nicht in gehöriger Weise hervorgehoben wird, geht auch sie in dem übrigen Tongewirr unter, verschwimmt mit diesem, und der fundierte Inhalt, der so entsteht, ist ein ganz anderer. — Die Psychologie dieser Thatsache ist klar genug. Das Herausheben einzelner Töne hat psychisch keine andere Bedeutung, als die eines Erhöhens des Vorstellungsgewichtes[1] derselben; so wird die Aufmerksamkeit unwillkürlich auf sie gezogen, sie werden aus dem ganzen Tongebilde heraus analysiert. Es wäre also das erste Erfordernis, dafs die Bestandstücke, die in eine Komplexion zusammentreten sollen, aus dem gesamten vorliegenden Material heraus analysiert sein müssen.

Nun, man braucht nicht tief zu denken, um zu merken, dafs damit nur sehr wenig und noch ganz Unbestimmtes gesagt ist, ja sogar, dafs es nicht schwer ist, diesem ersten Ergebnis einen evident unrichtigen Sinn zu unterlegen. Ich will daher zunächst ausdrücklich bemerken, dafs vorläufig damit gar nichts weiter gesagt sein soll, als dafs die Analyse in dem von uns untersuchten psychischen Vorgang gewifs eine Rolle spielt; welche und in welcher Weise, das bedarf noch weiterer Feststellungen, die erst der spätere Verlauf der Untersuchung bringen kann.

Zuvörderst aber wollen wir uns nichts entgehen lassen, was sich sonst noch an den angeführten Beispielen für unsere Zwecke Lehrreiches abnehmen läfst. Nach dem Vorigen ist es

---

[1] Der Ausdruck „Vorstellungsgewicht“ nach Meinongs Vorschlag in seinen „Beiträgen zur Theorie der psychischen Analyse“, *diese Zeitschr.* VI. S. 377. Vergl. auch die dortselbst befindlichen Ausführungen über „Wesen und charakteristische Leistungen der Analyse.“ S. 417ff.

nichts Neues mehr, wenn wir in Kürze vermerken, dafs alle die mannigfachen Umstände, die für die Analyse günstig sind, auch der Bildung des betreffenden fundierten Inhaltes zu statten kommen. In diesem Sinn wirken neben dem bereits früher Erwähnten Intensitäts- und Klangfarbenabstände, ebenso bisweilen auch zeitliche, sogar auch räumliche Verteilung der Töne, dann die Unterschiede der Tonregion und manches Andere. — Aber auch Momente, die mit der Analyse nichts zu thun haben und doch für den Ausfall der bei der Komplexionsbildung eingehaltenen Gruppierung von Bedeutung sind, wollen wir daran nicht übersehen. Jedermann wird zugeben, dafs die Auffassung einer Reihe von Tönen als Melodie in jedem der oben als Beispiel angeführten Fälle gerade dadurch so sehr begünstigt ist, dass eben diese Töne gleiche Klangfarbe haben. Hingegen denke man sich, dafs sie in unregelmäfsigem Wechsel allenfalls von einer Geige, einem Horn, einem Klavier, einer Oboë und einer Glocke angegeben würden; in vielen Fällen würde man unter solchen Umständen die Melodie gar nicht als eine solche erkennen. Dem praktischen Musiker werden ähnliche, wenn auch natürlich nicht so übertriebene Beispiele dafür aus der neueren Musiklitteratur bekannt sein, und er wird sich erinnern, dafs sie ihrer Auffassung einen gewissen Widerstand entgegen setzen. Ähnliche Wirkung würden sehr grofse unmotivierte Intensitätsschwankungen hervorbringen. — Diese Thatsachen führen darauf hin, dafs eine gewisse Gleichartigkeit, eine gewisse Ähnlichkeit der Bestandstücke wohl erforderlich ist, dafs sie als fundierende Inhalte von Komplexionen, zumal zeitlichen, fungieren können. Die Thatsache, dafs gleichartige oder einander ähnliche Inhalte leichter in eine Komplexion zusammentreten, läfst sich ja auch sonst an unzähligen Fällen beobachten. Wenn die Form und die Farbe der verschiedenen Linien, die auf einer Landkarte Strafsen, Eisenbahnen, Flüsse, Landesgrenzen und Höhenschichten markieren, gut gewählt sind, so können sie sich noch so kreuzen und verwickeln, und doch wird man den Verlauf einer jeden auf den ersten Blick heraussehen, d. h. die Fundierung ihrer Gestalt vollzieht sich ganz von selbst, ohne dafs wir erst mühsam suchen müssen: es ist eben eine übersichtliche, klare Landkarte; dagegen würde es Mühe kosten, wollte man eine von verschiedenen solchen Linien begrenzte Figur herausheben. —

Derartige Momente also, welche die Bestandstücke gleichsam automatisch zum Anschlufs aneinander bringen, sind überall und überall wirksam. Die Erfahrung lehrt nun, dafs dort, wo sie schwächer sind, eine gewisse Anstrengung des Subjektes nachhelfen, und so den Zusammenschlufs der betreffenden Bestandstücke dennoch zu stande bringen kann. Diese Anstrengung kann keineswegs dazu aufgewendet werden, an den Bestandstücken selbst jene inhaltliche Veränderung hervor zu bringen, welche dann, wie wir schon gesehen haben, von selbst ihr Zusammentreten zu einer Komplexion herbeiführen; das wäre erfolglos; denn derartige Modifikationen an Wahrnehmungsinhalten zu bewirken, ist unserer Willkür unmöglich. Sie kann also nur die Äufserung einer Thätigkeit sein, welche die in jenen günstigeren Fällen überflüssige, in den minder günstigen, schwierigeren aber zur Komplexionsbildung notwendige Arbeit leistet. Wir müssen uns also die Fähigkeit, eine derart zusammenschliefsende Thätigkeit zu entwickeln, zuschreiben.

Die vorbereitende Untersuchung, die auf jene immer in gleicher Weise vor sich gehenden Fundierungsfälle gerichtet war, hat ihre Aufgabe erfüllt. Wir verlangten von ihr, dafs sie jene psychischen Funktionen aufdecke, welche bei ungünstigerer, die Fundierung weniger bestimmender Beschaffenheit der Bestandstücke die Gruppierung in einem bestimmten Sinne zu lenken geeignet sind. Als solche hat sich uns einerseits die Analyse, andererseits eine gewisse zusammenschliefsende Thätigkeit ergeben, und dieses Ergebnis wollen wir nun zur Betrachtung der komplizierteren Fundierungsfälle, die der eigentliche Gegenstand unserer Untersuchung sind, benützen.

Kompliziertere Fälle? Sind es wirklich kompliziertere Fälle? Es giebt Gesichtspunkte, von denen aus sich diese Bezeichnung nicht rechtfertigen liefse. Stellen wir einmal daraufhin ausdrücklich einen Vergleich an. Wir hätten auf der einen Seite eine zweistimmige Fuge, auf der anderen allenfalls ein einstimmiges Volkslied mit ganz primitiver Akkordbegleitung. Was für fundierte Inhalte und wie viele liegen in jedem der beiden Fälle vor? Nun, im ersten zwei zeitliche Komplexionen, die weiters als Bestandstücke einer dritten höherer Ordnung fungieren; im zweiten Fall wieder zweifellos eine zeitliche Komplexion, die Oberstimme, dann eine ganze Reihe von un-

zeitlichen Komplexionen, die Akkorde der Begleitung; das wären hier die Komplexionen erster Ordnung;[1] über das Weitere läfst sich streiten: Bildet nun auch die Akkordbegleitung eine zeitliche Komplexion zweiter Ordnung, die dann mit der Oberstimme zusammen eine solche dritter Ordnung giebt? Ich glaube, in vielen Fällen wird es sich so verhalten. In anderen dagegen ist die Sache vielleicht so zu verstehen, dafs die von den Akkorden gebildete Komplexion höherer Ordnung ausbleibt, wobei dann der Ton der Hauptstimme, der mit einem der Begleitungs-Akkorde zusammenfällt, mit als Bestandstück in die unzeitliche Komplexion eingeht, gleichzeitig aber auch Bestandstück der die Oberstimme darstellenden zeitlichen Komplexion bleibt. — Überschaut man diese Verhältnisse, so wird man zugeben müssen, dafs der polyphone Satz weder der Zahl seiner komplexen Bestandstücke noch der Art seines Aufbaues nach komplizierter genannt werden kann. Er ist's aber unleugbar. Worin liegt es? — Die Frage ist nicht aufgeworfen, um hier sofort einer Beantwortung zugeführt zu werden; doch ist es für die weitere Untersuchung notwendig, dafs wir uns wohl vor Augen halten, dafs bei den in Rede stehenden Komplexionen höherer Ordnung thatsächlich etwas wie eine ganz besondere Komplikation, eine Erschwernis den anderen gegenüber vorliegt, die aber ihren Grund keineswegs in den eben gestreiften Verhältnissen haben kann.

Gehen wir nun ungesäumt zur direkten Behandlung unserer ursprünglichen Frage. Die Ergebnisse der Voruntersuchung weisen uns den Weg. Das erste derselben lautete dahin, dafs die von uns gesuchten, die Gruppierung bestimmenden Momente sowohl den Bestandstückvorstellungen gleichsam objektiv müssen anhaften können, aber auch der willkürlichen Beeinflussung von Seite des Subjektes nicht entzogen sein dürfen. Dieser Forderung entspricht aufs Beste die Analyse, auf welche ja die vorbereitende Untersuchung auch bereits geführt hat; allerdings nur in ziemlich unbestimmter Weise. Deshalb wurde auch dort schon bemerkt, dafs es nicht schwer wäre, dieses vorläufige Ergebnis ad absurdum zu führen. Die Bestandstücke einer Komplexion müssen sich keineswegs voneinander analysiert

[1] Wobei natürlich die Nummer nur im relativen Sinn gemeint ist.

der Fundierung darbieten; die Komplexionen, bei denen eine unendliche Anzahl von Bestandstücken anerkannt werden mufs, Strecken z. B., sprechen zu deutlich dagegen. Aber dafs auch in solchen Fällen die Analyse eine Rolle spielt, wird trotzdem zugegeben werden müssen. Freilich nicht gegeneinander müssen die Bestandstücke einer Komplexion analysiert sein, wohl aber gegen aufsen, gegen alles Angrenzende, das nicht mehr zur selben Komplexion gehören soll. Es ist eine äufsere Analyse des objektiven Kollektivs, das durch die in die gewünschte Komplexion aufzunehmenden Bestandstücke ausgemacht wird, gegen seine Umgebung. So allein, glaube ich, ist die Aussage der inneren Wahrnehmung, die deutlich genug für Analyse spricht, auszulegen. Soll z. B. vierstimmiger polyphoner Satz richtig aufgefafst werden, so müssen die vier gleichzeitig miteinander erklingenden Töne gut voneinander analysiert, sozusagen gesondert vorgestellt werden. Dagegen handelt es sich bei einer von Akkordfolgen begleiteten Melodie nur darum, dafs der Melodieton von den anderen gesondert werde.

Aber, wird man vielleicht einwenden, was soll die Analyse überhaupt zu thun haben dort, wo noch gar keine Komplexionen gebildet sind? Man wird der Behauptung wohl stattgeben müssen, dafs ein Inhalt nur dann der Analyse einen Angriffspunkt bietet, wenn er einer Komplexion angehört. Ist das nicht der Fall, steht er sozusagen für sich allein da, dann hat er es ja nicht mehr nötig, durch Analyse ausgesondert zu werden. Wo keine Komplexion, da keine Analyse, das gilt, wenn auch damit noch gar nichts zur Charakterisierung des Wesens dieser psychischen Funktion gesagt ist. Da aber nach dem Obigen die Analyse in unserem Fall erst zum Zustandekommen der Komplexion verhelfen soll, so ist offenbar in dem Zeitpunkt, da sie in Wirksamkeit treten soll, noch keine Komplexion vorhanden, und was hat dann Analyse überhaupt dabei zu thun?

Es ist nicht nötig, auf Grund dieser Überlegung dem Zeugnis der inneren Wahrnehmung, das hier so deutlich für Analyse spricht, zu mifstrauen. Denn wohl ist es richtig, dafs Analyse nur an Komplexem einen Angriffspunkt finden kann, aber was giebt uns das Recht zur Behauptung, dafs die Inhalte, die in Komplexionen zueinander zu bringen sind, bevor

das gelungen ist, nicht auch schon welche eingegangen haben, nur eben nicht die gewünschten, sondern etwa solche, für deren Zustandekommen Analyse nicht erforderlich ist.

Gar manches wird sich uns klären, wenn wir nur der Thatsache genügend Aufmerksamkeit schenken, dafs manche gleichartigen Inhalte bei gleichzeitigem Auftreten, andere bei successivem, mit beinahe unwiderstehlicher Gewalt zur Vereinigung in einer Komplexion streben. Belege dafür sind so alltäglich und zahlreich, dafs sie sich jedermann von selbst aufdrängen. Und so wird es dem Zeugnis der inneren Wahrnehmung wohl nicht entgegen sein, wenn wir den Sachverhalt in der Weise verstehen, dafs beim Anhören polyphonen Satzes das eine Individuum, allenfalls ein völlig unmusikalisches, dieser Tendenz gänzlich unterliegt und dadurch sowohl wie durch den Einflufs, den schon die Gewichtsverhältnisse und andere Eigentümlichkeiten der Bestandstückvorstellungen auf den Fundierungsakt an und für sich nehmen, zu irgend einer der vielen, eingangs charakterisierten Fehlkomplexionen geführt wird. Ein anderes Individuum wird vielleicht für den ersten Moment dieser Tendenz auch unterliegen, aber es hat möglicherweise genügend Übung in der Analyse, um sich wenigstens nachher noch die einzelnen Inhalte auszusondern. Ein dritter, in polyphonem Satz geübter Hörer wird nur mehr gegen die Alleinherrschaft jener mächtigen Tendenz anzukämpfen haben, mancher vielleicht kaum das. Für einen solchen besteht aber auch die Komplikation und Schwierigkeit des polyphonen Satzes nicht mehr. — Nun erkennen wir auch, warum wir vollkommen recht hatten, von „komplizierteren“ Komplexionen zu sprechen; es sind demnach solche, die dem ursprünglichen, gleichsam von selbst wirkenden Fundierungsdrang entgegen gebaut sind; sie können nur zu stande kommen, wenn dieser durch eine eigens darauf gerichtete psychische Arbeit überwunden ist, durch welche dann auch die Fundierung in die gewünschte Richtung gebracht werden mufs. So begreifen wir die Schwierigkeit des Auffassens polyphoner Tonwerke.

Ja, sind wir nun aber nicht in eine Sackgasse geraten? Was soll uns die Analyse helfen? Besten Falls liefert sie ja doch nichts Anderes, als was schon vor aller Komplexionsbildung vorgelegen hat, und da stehen wir nun doch wieder vor der alten Frage, wie kommt es denn, dafs, da doch der

eine Inhalt dem zweiten genau so fremd und zusammenhanglos gegenübersteht als dem dritten und jedem anderen, und da nun nach vollzogener Analyse psychisch doch wieder nichts Anderes vorliegt, als die nackten Empfindungsinhalte, wie kommt es, daſs nun die Komplexionsbildung zu einem anderen Resultat führen sollte, als das erste Mal? Die Tendenz, die zuerst die Fehlkomplexionen erzwungen hat, besteht ja noch immer fort.

Nun, fürs Erste hieſse das wohl, das Wesen und die Wirkung der Analyse verkennen. Die Leistung derselben ist ja nicht als „Sonderung der Vorstellungsinhalte“ schlechtweg aufzufassen, von der Unbestimmtheit dieses Ausdruckes noch ganz abgesehen; vielmehr läſst sich ihre eigentümliche und wesentlichste Bedeutung für das psychische Leben, wie wir wissen, als thatsächliche Veränderung des Vorstellungsmaterials, auf das sie sich erstreckt, erkennen.[1] Was also nach der Analyse psychisch vorliegt, ist wirklich von dem verschieden, was zu allem Anfang vorgelegen hat; sie bewirkt inhaltliche Veränderungen an den fundierten Inhalten, auſserinhaltliche an den aus der Empfindung stammenden Vorstellungen. Und das allein würde vielleicht schon, zur Erklärung der Verschiedenheit der Komplexionsergebnisse vor und nach der Analyse herangezogen, diese in manchen Fällen genügend begreiflich machen. Übt ja doch die Analyse auf beinahe alle psychischen Akte und Vorgänge entweder direkt oder indirekt bedeutenden Einfluſs aus; ist's da zu wundern, daſs ihm auch das Fundieren unterliegt?

Sich jedoch für alle Fälle mit dieser Erklärung zu begnügen, schiene mir unzulässig. Die Gewichtssteigerung an den Bestandstückvorstellungen, die darnach die ganze Gruppierung der Komplexion zu bestimmen hätte, reicht dazu wohl nicht aus; denn diese ist mehrdimensional, während sie selbst Veränderungen nur nach einer Dimenson gestattet. Wir müssen also doch noch nach einer anderen Hülfe suchen. Erinnern wir uns aber nur an das Ergebnis der vorbereitenden Untersuchung, so haben wir auch schon, was wir brauchen. Dort hat sich bekanntlich gezeigt, daſs die mannigfachen Vorgänge des Fundierens nicht verständlich sind, wenn wir uns nicht einer zusammenschlieſsenden Thätigkeit für fähig halten, durch

[1] Meinong, Beiträge zur Theorie.... A. a. O. S. 417ff. u. S. 432.

welche der Wille auf die Gruppierung Einfluſs zu nehmen in der Lage ist.

Diese Thätigkeit ist's also, und somit unser willkürliches Eingreifen in die Komplexionsbildung, die den Ausfall derselben in letzter Linie bestimmt. Der fundierte Inhalt ist nicht lediglich Resultat eines blind wirkenden psychischen Mechanismus, sondern wir selbst fassen nach eigenem Ermessen die einzelnen Bestandstücke zu diesen oder jenen Gruppen zusammen und bedingen so die Form der zu bildenden Komplexion höherer Ordnung.

Was uns bei dieser Thätigkeit Direktive ist, das möchte ich ein Nebenprodukt der vollzogenen Analyse nennen. Diese macht uns nämlich mit dem vorliegenden Empfindungsmaterial viel genauer und eingehender bekannt, als es ohne sie möglich wäre; sie läſst uns Bindung und Trennung von Tönen, Ein- oder Aussetzen von Stimmen, ihr Hervor- oder Zurücktreten, kurz alles, was man von der Plastik des Vortrages verlangt, bemerken; je vollendeter dieselbe ist, desto leichter die Arbeit des Hörens. Der musikalisch Unkundige ist ganz auf diesen Wegweiser angewiesen und hat daher manchem polyphonen Tonwerk gegenüber schweren Stand. Der mit dem Aufbau solcher Sätze Vertraute hat hingegen an seiner abstrakten Kenntnis dessen, was er hören soll, eine mächtige Stütze. —

Wir sind am Ende unserer Untersuchung. Es wäre überflüssig, noch ausdrücklich zu zeigen, daſs das, was wir an unserem musikalischen Beispiel gewonnen haben, auch allgemein gilt; der polyphone Satz hat uns ja nur dieselben Dienste geleistet, wie eine klar gezeichnete Figur bei einem geometrischen Beweis. — Auch eines nochmaligen Zusammenfassens des Ergebnisses kann ich mich enthalten; es ist einerseits schon oft genug wiederholt worden, andererseits aber auch einfach und klar genug, ja so einfach, daſs es mir nun fast selbstverständlich vorkommt. Indes ist der Schein der Selbstverständlichkeit meist keine schlechte Empfehlung; hoffentlich verhält es sich auch in diesem Falle so.

II.

Das Verhältnis der Unterscheidungsschwelle der Bestandstücke zu der der Komplexion.

Es giebt nicht viele Gebiete menschlichen Schaffens, auf denen für voneinander so verschiedene Leistungen dennoch von diesem oder jenem der Anspruch auf Gleichheit erhoben würde, als auf dem der ausübenden Musik. Besehen wir uns einmal folgendes Vorkommnis der musikalischen Praxis, das, ein Beispiel für viele hierher gehörige Fälle, hundert und hundertmal wiederkehrt. Ein Lehrer läfst sich von seinem Schüler ein Tonstück vorspielen. Die Leistung befriedigt ihn nicht. Eine Menge von Verstöfsen haben ihn gestört. Aber jeden einzelnen davon zu besprechen, wäre zu zeitraubend und auch kaum durchführbar. Deshalb spielt er lieber — nach einem unter Umständen ganz richtigen Grundsatz — dem Schüler das betreffende Tonstück selbst vor. So wäre die Sache auszuführen, meint er am Schlufs zu diesem. Der aber denkt sich, so habe er's ohnedies gemacht; das Tempo sei ziemlich das gleiche gewesen, sogenanntes Falschgreifen habe er sich nicht zu Schulden kommen lassen, kurz, er kann keinen Unterschied zwischen den beiden Ausführungen finden. Und doch, ein wie beträchtlicher mag bisweilen in solchen Fällen thatsächlich vorliegen! Die Leistung des Schülers ist vielleicht ganz überladen von Unebenheiten und Verstöfsen aller Art. Die Accente sind unrichtig angebracht, die dynamischen Schattierungen fehlen oder sind dem Zufall überlassen, Temposchwankungen treten allenfalls je nach den Bedürfnissen der Technik ein, Legato und Staccato schwimmen ineinander; handelt es sich um einen am Klavier ausgeführten polyphonen Satz, so klingen Töne weiter, die zu verstummen haben, und umgekehrt, andere werden ganz übersehen, dafür nicht hineingehörende angeschlagen; ja vielleicht klingt wegen verfehlter Tonerzeugung nicht ein einziger Ton so, wie in korrekter Ausführung. So liegen eine Menge von Flüchtigkeitsdelikten vor, die alle an und für sich ziemlich unbedeutender Natur sein mögen, die aber oft mehr stören, als für jedermann greifbare Verstöfse. Von den Mängeln des Verständnisses und der vielberufenen Auffassung, die, als vorzugsweise in asso-

ziativen und emotionalen Elementen wurzelnd, hier weniger von Belang sind, noch ganz abgesehen. — Es braucht wohl nicht erst ausdrücklich bemerkt zu werden, dafs diese Erfahrung nicht nur die Praxis des Musikunterrichtes darbietet, sondern dafs der Unterschied von korrektem und schleuderhaftem Spielen die ganze musikalische Welt durchzieht, so dafs man füglich, fliefsende Grenzen vorausgesetzt, die Gesamtheit aller Musiktreibenden in korrekt und in stümperhaft Spielende, aber auch die der Hörenden in solche, die den Unterschied zwischen den beiden Gruppen erkennen, und solche, denen er entgeht, einteilen könnte.

Welchen Wert hat nun diese Thatsache für unsere Untersuchungen? — Zunächst den, als Beleg für die allerdings ziemlich nahe liegende Behauptung zu dienen, dafs es eine Unterscheidungs- (Urteils-) Schwelle auch auf dem Gebiete höchst komplizierter Komplexionen giebt. Denn entgeht mir in dem obigen Beispiel die Verschiedenheit zwischen dem Vortrag des Lehrers und dem des Schülers, so ist es eben eine Verschiedenheit, die zwischen zwei Komplexionsinhalten, den betreffenden Melodievorstellungen, zwar thatsächlich besteht, aber von mir nicht gemerkt wird, d. h. also unter meiner Unterscheidungs- (Urteils-) Schwelle liegt. Die Notwendigkeit der Annahme einer solchen gegenüber den Empfindungsinhalten, die einem Kontinuum angehören, wurde am schlagendsten, soviel mir bekannt, von Stumpf[1] dargethan. Übrigens hat diese Erkenntnis, wenn auch sonst nirgends so überzeugenden Ausdruck, so doch heute fast überall unbedingte Anerkennung gefunden, so dafs das Gegebensein einer Unterscheidungsschwelle auch auf dem Gebiet der Komplexionen zwar nicht selbstverständlich, aber doch weder überraschend noch merkwürdig erscheinen wird.

Doch das ist nicht alles, was die angeführte Erfahrung lehrt. Es ergiebt sich vielmehr aus ihr ein Aufschlufs über das Verhältnis der Unterscheidungsfähigkeit an den Bestandstücken zu der an den Komplexionen.

Jedermann, der einen solchen oben geschilderten Fall einmal in der Praxis beobachtet hat, wird zugeben müssen, dafs die Verschiedenheiten zwischen den Bestandstücken der korrekt und der flüchtig ausgeführten Komplexion offenbar zum

---

[1] *Tonpsychol.* I. S. 33.

grofsen Teil längst über der Schwelle der Merklichkeit liegen. Die Intensitätsunterschiede in beiden Fällen sind bisweilen recht bedeutende; das Liegenbleiben eines Tones gegenüber dem Auslassen desselben ist bei den in der Musik vorkommenden Tonstärken selbstverständlich merklich; ebenso begründen die Temposchwankungen Verschiedenheiten, die, wie man sich in den meisten Fällen durch einfachen, ausdrücklichen Vergleich überzeugen kann, allenfalls keineswegs untermerklich sind. — So steht es mit allen Abweichungen der Einzelheiten der korrekten Ausführung von denen der flüchtigen. Und zwar sind diese Verschiedenheiten, wie wohl kaum ausdrücklich hinzugefügt zu werden braucht, nicht nur für denjenigen merklich, für den es auch gleichzeitig die der Komplexion ist, in unserem Beispiel für den Lehrer, sondern auch für den, dem diese letztere entgeht, für den Schüler; denn wenn er auf jeden einzelnen Verstofs aufmerksam gemacht wird, so sieht er ihn ja anstandslos ein.

So ergiebt sich auf diesem höchst einfachen Wege folgendes Verhältnis zwischen der Unterscheidungsschwelle der Bestandstücke einerseits und der der Komplexionen andererseits. Sind C $(a\,b\,c\,d)$ und C' $(a'\,b'\,c'\,d')$ Komplexionen derselben Art (in unserem Fall Melodien), von denen je zwei Bestandstücke a und a', b und b' u. s. w. eine über der Urteilsschwelle liegende Verschiedenheit aufweisen, so ist damit noch keineswegs gegeben, dafs das auch bei der zwischen C $(a\,b\,c\,d)$ und C' $(a'\,b'\,c'\,d')$ bestehenden Verschiedenheit der Fall ist. —

Vielleicht erhebt sich gegen diese Ausführungen folgender Einwand. Der Vergleich von Unterscheidungsschwellen an Inhalten verschiedener Art hat, wenn überhaupt, nur dann Sinn und Zulässigkeit, wenn für beide Fälle annähernd gleiche Aufmerksamkeitsgrade vorausgesetzt werden; denn bekanntlich sind jene von diesen abhängig. Diese Voraussetzung scheint aber in der den obigen Behauptungen zu Grunde liegenden Erfahrungsthatsache nicht erfüllt; für die Unterscheidung von a und a', b und b' wird nämlich dabei höhere Aufmerksamkeit verlangt, als für die der Komplexionen, auf deren flüchtige und schleuderhafte Ausführung ja immer hingewiesen wurde. Die Aufstellung der obigen Beziehung erschiene daher unzulässig.

Dem ist entgegenzuhalten, dafs die Erhöhung der Aufmerksam-

keit, die beim Vergleichen der Bestandstücke unter Umständen Platz greift, keinesfalls zur Hebung der Unterscheidungsfähigkeit aufgewendet wird, sondern nur dazu, die zu vergleichenden Glieder *a* und *a'* aus ihrer Komplexion heraus zu analysieren. Beweis dafür ist die Thatsache, dafs, wenn *a* und *a'* nicht in ihren Komplexionen, sondern gesondert gegeben sind, eine solche Erhöhung der Aufmerksamkeit zum Erkennen des Unterschiedes gar nicht erforderlich ist, vielmehr schon der Grad, bei welchem die Verschiedenheit der Komplexionen noch unmerklich bleibt, dazu genügt. Wenn jemand zwei Komplexionen miteinander vergleichen soll, so hat er ja nicht die homologen Bestandstücke zu vergleichen, sondern eben die Komplexionen, die ja bekanntlich etwas Anderes sind, als das objektive Kollektiv jener. Freilich, wenn das nicht der Fall, sondern die Melodie durch die Summe der sie konstituierenden Töne gegeben wäre, dann müfste das oben festgestellte Verhältnis unmöglich sein. Aber so liegt ja die Sache nicht, sondern der Vergleich wird das eine Mal zwischen ganz anderen Inhalten gezogen als das andere Mal; und soweit die Erfahrungsthatsachen sich daraufhin kontrollieren lassen, kann auch bei beidemal gleicher Aufmerksamkeit jenes Ergebnis zum Vorschein kommen, auf dem meine Ausführungen fufsen. — Betrachten wir überdies jene gar nicht seltenen Fälle, in denen der Vergleichende mit bestem Willen, also mit maximaler Aufmerksamkeit, den Unterschied zwischen den beiden Komplexionen nicht zu erkennen vermag, obwohl er den der Bestandstücke, sobald sie ihm durch Analyse gegeben sind, bemerkt, so finden wir darin die beste Widerlegung dieses Einwandes.

Schliefslich ist es ja auch gar nichts Verwunderliches, dafs die Unterscheidungsschwellen auf zwei voneinander so ganz verschiedenen Inhaltsgebieten, wie sie Bestandstücke und Komplexionen, resp. fundierte Inhalte darstellen, wenn sie sich überhaupt miteinander in Beziehung setzen lassen, verschiedene Höhe zeigen. — Es scheint also, dafs sich gegen das vorliegende Ergebnis weder a priori etwas einwenden läfst, noch dafs seine Ableitung aus der mehrfach genannten Erfahrungsthatsache auf begründeten Widerstand stofsen könnte.

Dennoch wird es vielleicht bei manchem einiges Befremden erregen. Man ist doch gewohnt, mit Komplexionen im grofsen und ganzen sicherer umzugehen, als mit relativ Einfachem;

Vorstellen und Erkennen sind viel mehr mit jenen beschäftigt als mit diesem. Oft genug und in mannigfacher Weise leistet dabei das Komplexe dem Einfachen eine Hülfe.

Dagegen ist zunächst nichts weiter zu sagen, als daſs das Bestehen eines derartigen Verhaltens der beiden Unterscheidungsschwellen im einen Fall ja durchaus nicht unverträglich damit ist, daſs es sich gelegentlich einmal in einem anderen Falle entgegengesetzt stellt. Auch ist vorgängig dagegen, daſs irgendwo übermerkliche Unterschiede der Komplexionen bei untermerklichen der Bestandstücke vorliegen, ebensowenig zu sagen, wie gegen den vorhin erwähnten umgekehrten Sachverhalt, und alle die Erwägungen, die dort gebracht worden sind, um allfällige apriorische Bedenken gegen eine derartige Ansicht zu zerstreuen, gelten hier gerade so gut. Es ist also theoretisch ganz wohl möglich, daſs einmal in einem bestimmten Fall die Komplexionen noch unterschieden werden können, während das an den homologen Bestandstücken nicht mehr gelingt; ob es aber auch praktisch möglich ist, das heiſst, ob es in der Wirklichkeit vorkommt, das muſs die Empirie und deren Deutung zeigen.

Das ist unter den vorliegenden Umständen freilich miſslich genug. Denn alles Durchsuchen der Erfahrungsthatsachen führt zwar zu negativer Beantwortung unserer Frage, aber bekanntlich eignet auf solchem Wege empirisch gewonnenen negativen Urteilen keine Evidenz. Doch gewährt dieses fruchtlose Suchen eine Entschädigung, die vielleicht mehr Vertrauen verdient, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Je öfter es einem nämlich passiert, daſs man sich von Thatsachen, die auf den ersten Anschein unsere Frage bejahen, bei näherem Zusehen überzeugt, daſs sie doch anders zu verstehen sind, desto mehr bekommt man ein Gefühl für die Unwahrscheinlichkeit oder gar Unmöglichkeit des gesuchten Falles; es scheint, als sichere und übe sich dadurch jene „psychologische Phantasie“, die Ehrenfels in der Einleitung seines Aufsatzes „Über Fühlen und Wollen“[1] beschreibt. — Ich will sonach einige dieser Beispiele hier wiedergeben; vielleicht bringen sie den Leser auf diesem Wege zu einer Entscheidung, so wie sie ihn auch mich geführt haben.

---

[1] *Wien. Sitzungsber., phil. hist. Kl.* Bd. 114.

Irgend ein Anblick, allenfalls der einer Person, einer Landschaft oder von sonst irgend etwas, kommt einem gegen früher entschieden verändert vor, man weiſs aber nicht, worin diese Verschiedenheit liegt, welches Detail sich verändert hat. Der Unterschied zwischen dem gegenwärtigen Anblick und meinem Erinnerungsbild von ihm liegt also über der Schwelle; und nun nicht zu wissen, was die Verschiedenheit verursacht, das heiſst doch nichts Anderes, als daſs man an den Bestandstücken keine Verschiedenheit merken kann? — Das wäre voreilig geschlossen. Die Erklärung liegt vielmehr in mangelnder Analyse; die Bestandstücke sind noch gar nicht einzeln vorgestellt, geschweige denn paarweise verglichen. Wenn ich von Teil zu Teil gehe, werde ich z. B. den Unterschied zwischen dem zahnlosen Mund von ehedem und seinem heutigen bezahnten Aussehen schon erkennen können. Geschieht die Analyse in hinlänglichem Maſs, so kommt man auch auf die Verschiedenheiten der Bestandstücke. — Übrigens spielt im vorliegenden Fall gewiſs auch die „Bekanntheitsqualität“[1] eine Rolle, die den ganzen Thatbestand vielleicht richtiger ohne Heranziehung von Vergleichung erklärt.

Ein anderes Beispiel. Den Vorführungen virtuoser Instrumentalisten gegenüber hat man bisweilen das „Gefühl“, daſs das etwas ganz Anderes sei, als was man sonst gewöhnlich hört; man weiſs aber nicht, worin es eigentlich liegt. Ebenso passiert es einem manchmal beim Zeichnen von Studienköpfen oder von Landschaften nach Vorlagen, daſs die Kopie dem Original kaum ähnlich sieht, und doch kann man sich keine Rechenschaft darüber geben, wie und wo man es besser zu machen hätte. — Aber das sind lauter Fälle, die uns nichts Neues mehr sagen; beim ersteren ist sogar, damit er als hiehergehörig betrachtet werden kann, noch vorauszusetzen, daſs er überhaupt auf Vergleichung beruht, was durchaus nicht ausgemacht ist. Wenn aber ja, nun dann erklärt ihn sowohl wie den zweiten der Mangel an Analyse und sonach natürlich auch am Vergleichen der erst noch heraus zu analysierenden Bestandstücke. Es kann also auch hier nicht von erwiesen untermerklicher Verschiedenheit derselben gesprochen werden.

---

[1] S. Höffding, „Über Wiedererkennen, Assoziation und psychische Aktivität“. *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* Bd. XIII. S. 427.

Und gerade so ist es mir noch mit manchem anderen Beispiel ergangen; bei einem jeden habe ich die Überzeugung gewonnen, dafs es nur scheinbar für die Bejahung unserer Frage spricht, im Grunde aber anders verstanden werden mufs. Das führte mich nun nach und nach zu immer festerer Zuversicht in der Behauptung, dafs es Fälle von Übermerklichkeit der Verschiedenheit zwischen den Komplexionen bei Untermerklichkeit derer der Bestandstücke nicht giebt.

Nach diesen Ergebnissen lassen sich daher die verschiedenen Möglichkeiten des Verhaltens der beiden Unterscheidungsschwellen zu einander in folgender Tabelle übersichtlich darstellen:

	Verschiedenheiten		
	der Bestandstücke	der Komplexionen	
1. Fall:	merklich	merklich	thatsächlich nachweisbar.
2. Fall:	merklich	unmerklich	thatsächlich nachweisbar.
3. Fall:	unmerklich	unmerklich	thatsächlich nachweisbar.
4. Fall:	unmerklich	merklich	ausgeschlossen.

So natürlich und von vornherein selbstverständlich die Fälle 1 und 3 scheinen mögen, so zeigt die Tabelle doch, dafs sie nicht Ausdruck eines notwendigen Zusammenhanges sind. — Der Fall 2 ist überdies gegen die Behauptung von Wert, dafs Verschiedenheit zwischen psychischen Thatbeständen, wenn sie nur vorhanden sind, auch bemerkt werden müssen; denn es wird doch niemand meinen, dafs merklich von einander verschiedene Bestandstücke gleiche Komplexionen liefern könnten. Ebenso deutlich zeigt er, dafs das Vergleichen der Komplexionen nicht identisch ist mit dem der Bestandstücke; eine andere Seite des Ehrenfelsschen Beweises dafür, dafs jene etwas Anderes sind als die Summe dieser. —

Welche Umstände sind es, die das Eintreten des Falles 2 ganz besonders begünstigen? — Zwei Punkte scheinen da vor allem mafsgebend zu sein. Wenn die Aufmerksamkeit in beiden zu vergleichenden Komplexionen vorzugsweise bei dem, was ihnen gemeinsam ist, verweilt, so entgeht ihr die vorliegende Verschiedenheit natürlich umso leichter. In beiden Fällen ist es ja im grofsen und ganzen die „gleiche" Melodie, die „gleiche" Tonfolge; diese interessiert vor allem und so ruft es die Täuschung des Urteils hervor. Zweitens ist auch ein gewisser Mangel an Analyse mit ein Erfordernis des Eintretens unseres Falles. Denn freilich, werden die Bestandstücke heraus analysiert vorgestellt, so fällt die Verschiedenheit an den homologen

Paaren zu leicht auf, und dieses Urteil beeinflufst dann das über die Komplexionen.

Auf dieser letzteren Thatsache beruht auch der Weg, auf dem in vielen Fällen eine Übung der Unterscheidungsfähigkeit für Komplexionen zu stande gebracht wird. Der Lehrer, der seinem Schüler das „Gefühl für korrektes Spielen" schärfen will, packt die Sache nicht so an, dafs er ihm Komplexionen, zwischen denen die mehrfach besprochene Verschiedenheit in gröfserem oder geringerem Grad besteht, zum Vergleich vorlegt; das würde, wenn ja, so doch nur sehr langsam zum Ziele führen. Er hat ein viel rationelleres Vorgehen im Gebrauch. An jedem Punkt, an dem sich der Schüler einen Verstofs der bezeichneten Art zu Schulden kommen läfst, macht er ihn darauf aufmerksam; er veranlafst ihn also zur Analyse und führt ihn dadurch zum Erkennen der Verschiedenheit zwischen den Bestandstücken der eben ausgeführten und der Musterkomplexion. Wenn sich das des öfteren wiederholt, so ist jener so weit, zunächst auf mittelbarem Wege zum Unterschiedsurteil über die Komplexionen zu gelangen. — Damit ist aber die Wirkungsweise dieses Verfahrens noch nicht erschöpft. Denn indirekt schärft sich dadurch auch das unmittelbare Urteil über die Komplexionen, so dafs es der Schüler schliefslich erreicht, die zwischen diesen vorliegende Verschiedenheit auch ohne Analyse zu erkennen.

Freilich begegnet es bisweilen auf anderer Seite grofsen Schwierigkeiten. Der Sprache gebricht oft genug der Ausdruck zur Bezeichnung desjenigen Punktes, an dem der Vergleich zwischen den Bestandstücken vorgenommen werden soll. Wird aber die Analyse des Schülers nicht durch mündliche Anweisung des Lehrers bereits in ihre Richtung geleitet, so findet er diesen Punkt gar nicht auf und entdeckt naturgemäfs wieder keinen Unterschied. Der Lehrer ist also neuerdings auf das anschauliche Vorführen angewiesen. Aber auch das ist in solchen Fällen oft mit Schwierigkeiten verbunden, da sich ja manche Bestandstücke überhaupt nicht isoliert herstellen lassen, also die Auffindung des zu Vergleichenden neuerdings der Analyse des Schülers überlassen bleibt. So liegt das einzige Heil im wiederholten aufmerksamen Betrachten der Komplexionen, an welchen sich das zu übende Urteil zu bethätigen hat. Ein junger Violinspieler erzählte mir, dafs er,

als zu seiner letzten Ausbildung ein Meister von Weltruf bestellt wurde, anfangs absolut nicht im stande war, ihn zu befriedigen. Aber alles, was ihm dieser sagen konnte, war: „So ists nicht; machen Sie's so“, und damit spielte er ihm das Tonstück zwei-, drei- und mehrmals vor. Jedoch selbst mit gröfster Aufmerksamkeit konnte der Kunstjünger keinen Unterschied gegen sein früheres Spiel herausfinden. Erst nach verhältnismäfsig langer Zeit kam ihm nach und nach die Erkenntnis der Verschiedenheit. Worin diese gelegen habe, das konnte er mir mit Worten ebensowenig auseinandersetzen, als es ihm gegenüber sein Lehrer im stande war. Der Weg, der also hier zur Steigerung der Unterscheidungsfähigkeit eingeschlagen wird, ist sonach dem in jenen gröberen Fällen, von denen wir ausgegangen sind, zum Ziel führenden gerade entgegengesetzt. Die Verschiedenheit der Komplexionen ist zunächst auch hier untermerklich. Da sich aber wegen des Mangels der Analyse nicht der Vergleich zwischen den Bestandstücken zu Hülfe nehmen läfst, so müssen die Komplexionen selbst aufmerksam und wiederholt betrachtet werden. Das kann nun endlich zum Erkennen der Verschiedenheit führen, und, da der Fall 4 ausgeschlossen ist, gleichzeitig der Analyse die Richtung weisend, zum Bemerken des zwischen den Bestandstücken vorliegenden. —

Übrigens mag bisweilen bei solchen Gelegenheiten anfänglich auch die Merklichkeit dieser letzteren Verschiedenheit nahe an ihrer Grenze stehen, oder gar der Fall 3 vorliegen. Dann kann sich eine Steigerung der Unterscheidungsfähigkeit bis zum Erkennen der Verschiedenheit nur so vollziehen, dafs gleichzeitig auch die Verschiedenheiten zwischen den Bestandstücken merklich werden. Der Weg dazu kann entweder direkt von der Unmerklichkeit auf dem Gebiet der Komplexionen zur Merklichkeit auf demselben Gebiet führen, so dafs zuerst die Merklichkeitsurteile hier gefällt werden; dann mufs aber hinreichende Analyse auch die Verschiedenheit zwischen den Bestandstücken aufzufinden vermögen. Oder es gelingt der Übung, zuerst auf dem Gebiete der Bestandstücke die Verschiedenheiten zu entdecken, was dann auf mittelbarem Weg auch zum Verschiedenheitsurteil über die Komplexionen führen kann.

Damit glaube ich die Frage, in welchem Verhältnis die Unterscheidungsschwelle der Bestandstücke zu der ihrer Komplexion steht, im wesentlichen erledigt zu haben.

(Aus dem psychologischen Institut in Göttingen.)

Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen.

Von

Dr. ADOLF JOST.

Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung behandelt die Einflüsse der Verteilung bezw. Anhäufung von Wiederholungen einer Vorstellungsreihe. Wenn wir uns irgend eine Reihe z. B. von Zahlen oder Worten einzuprägen suchen, so können wir hierbei in zweifacher Weise verfahren. Wir können zum Beispiel die betreffende Reihe sofort 30 mal durchsehen, oder durchlesen, wir können aber auch diese 30 Wiederholungen auf mehrere Tage verteilen und die Reihe etwa an drei Tagen je 10 mal wiederholen. Es handelt sich nun zunächst darum festzustellen, welche Art der Anordnung für das direkte Lernen oder für das Behalten auf längere Zeit die günstigere ist. Über diese Frage liegen bereits einige Versuche von EBBINGHAUS[1] vor, der bei dieser Gelegenheit zuerst auf das Problem und seine Bedeutung aufmerksam machte. EBBINGHAUS fand, dafs bei einer Reihe von 12 sinnlosen Silben 68 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen die Wirkung hatten, dafs am nächsten Tage das Wiedererlernen der Reihe nur noch sieben Wiederholungen beanspruchte. In einem anderen Falle wurden dagegen auf eine gleichartige Reihe nur 38 Wiederholungen verwandt, diese 38 Wiederholungen aber in gewisser Weise auf drei Tage verteilt und zwar so, dafs die Reihe am ersten Tage gerade bis zur Erlernung gelesen und am zweiten und

[1] Siehe EBBINGHAUS, *Über das Gedächtnis.* Seite 122.

dritten Tage immer wiedererlernt wurde. In diesem Falle zeigte es sich nun, dafs die Reihe nur noch sechs Wiederholungen bedurfte, um am vierten Tage wiedererlernt zu werden. Es hatten also 68 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen einen geringeren Nutzeffekt für den folgenden Tag, als 38 auf drei Tage verteilte Wiederholungen. Wir haben hier mithin eine Arbeitsersparnis von mehr als 30 Wiederholungen vor uns. Die Gröfse dieses Ergebnisses nun, sowie die nahen Beziehungen der hier zu Tage tretenden Einflüsse zu der Praxis des gewöhnlichen Lebens, machen es von vornherein wahrscheinlich, dafs wir es hier mit biologisch begründeten und daher für die exakte Untersuchung zugänglichen Gesetzmäfsigkeiten zu thun haben. Dieser Umstand ist es vor allem, der die nähere Untersuchung dieser Verhältnisse sowohl für Theorie und Praxis lohnend erscheinen läfst.

Die nun zunächst folgenden Versuchsreihen hatten den Zweck, die von Ebbinghaus konstatierte Gesetzmäfsigkeit nochmals und zwar, wenn möglich, mit geringeren Wiederholungszahlen festzustellen. Die letztgenannte Abänderung empfahl sich insbesondere aus dem Grunde, dafs eine so hohe Zahl von Wiederholungen, wie Ebbinghaus sie anwandte, die Versuchsperson bereits sehr ermüden mufs. In solchem Falle bleibt aber zweifelhaft, inwieweit die erhaltenen Resultate lediglich durch Ermüdung oder durch andere Faktoren bedingt sind. Was das Versuchsverfahren anbetrifft, so ist dasselbe in einigen Versuchsreihen identisch mit dem von Müller und Schumann angewandten Verfahren, in anderen Versuchsreihen habe ich eine von Professor G. E. Müller und Dr. A. Pilzecker durch eine gröfsere Anzahl von Versuchsreihen erprobte Methode zur Vergleichung von Assoziationsstärken benützt, welche später noch im einzelnen beschrieben werden soll. Durchgängig operierte ich mit zwölfsilbigen normalen[1] Silbenreihen.

Hinsichtlich der Resultate der hier berichteten Experimente mache ich von vornherein darauf aufmerksam, dafs denselben lediglich eine qualitative Bedeutung zukommt. Die Eigenart des vorliegenden Problems bringt es zunächst mit sich, dafs

[1] Über die Bedeutung dieses Ausdruckes, sowie über das Verfahren überhaupt, siehe Müller-Schumann in *dieser Zeitschrift*. 6. Band. S. 83 ff.



einer verhältnismäfsig grofsen Zahl von Versuchstagen nur sehr wenig Versuchsresultate entsprechen. (In den meisten der hier mitgeteilten Untersuchungen kommt auf einen Versuchstag durchschnittlich ein Resultat.) Obwohl nun selbst diese geringe Zahl der erhaltenen Werte in Anbetracht der Gröfse der beobachteten Differenzen in der Regel hinreichend war, um eine bestimmte Gesetzmäfsigkeit sicher konstatieren zu können, so war sie doch andererseits viel zu gering, um eine genauere quantitative Bestimmung der in Frage kommenden Einflüsse zu ermöglichen. Abgesehen von diesem rein praktischen Hindernis ist aber aufserdem, wie aus späteren theoretischen Überlegungen hervorgehen wird, bereits aus prinzipiellen Gründen eine quantitative Untersuchung des ganzen Gebietes bei den heutigen Methoden und Hülfsmitteln als aussichtslos zu bezeichnen.

§ 1.
Versuchsreihe I und II.

Der Zweck dieser beiden Versuchsreihen war es, festzustellen, ob 30 unmittelbar aufeinanderfolgende Wiederholungen einer Silbenreihe nach 24 Stunden eine gröfsere oder geringere Ersparnis liefern, als 30 Wiederholungen, welche auf drei Tage gleichmäfsig verteilt wurden. Die Methode, nach der verfahren wurde, war das Ersparnisverfahren.

In Versuchsreihe I war stud. math. Blumenthal (B), in II stud. math. Schmidt (S) Versuchsperson. Jede Versuchsreihe umfafste 24 Tage, die äufsere Anordnung war in I und II genau dieselbe. (Die Experimente begannen mit B. am 6. Juni 1895 und wurden mit wenigen Unterbrechungen bis zum 13. Juli fortgeführt, mit S wurde am 23. Juni begonnen und am 25. Juli abgeschlossen.) Selbstverständlich gingen, da beide Versuchspersonen vollständig ungeübt waren, den eigentlichen in Rechnung gezogenen Versuchen einübende Vorversuche voraus. Der Zweck der Experimente war den Versuchspersonen völlig unbekannt.

Die Anordnung der Silbenreihe war folgende.

I. Tag:

V_1 (10) V_2 (10) C_1 (30) V_3 (10) V_4 (10) C_2 (30)

II. Tag:

C_1 (e) V_1 (10) V_2 (10) C_2 (e) V_3 (10) V_4 (10)

III. Tag:

V_1 (10) V_2 (10) C_3 (30) V_3 (10) V_4 (10) C_4 (30)

IV. Tag:

C_3 (*e*) V_1 (*e*) V_2 (*e*) C_4 (*e*) V_3 (*e*) V_4 (*e*)

Hierbei bedeuten V_1, V_2, V_3, V_4 die Verteilungsreihen, also diejenigen, welche an drei Tagen je 10 mal hintereinander gelesen und am 4. Tage erlernt wurden, C_1 C_2 C_3 C_4 die Häufungs- oder Kumulationsreihen, welche an einem Tage 30 mal hintereinander gelesen und am nächsten Tage erlernt wurden. Die Ausdrücke (10) oder (30) neben einer Reihe geben die Zahl der auf diese Reihe verwandten Wiederholungen an, das Zeichen (*e*) besagt, dafs die Reihe an diesem Tage erlernt wurde. Nach jeder *V*-Reihe wurde eine Pause von 3, nach jeder *C*-Reihe eine solche von 5 Minuten eingeschoben. Da der nötige Zeitlagenwechsel im obigen Schema noch nicht vollständig durchgeführt ist, so war die Anordnung am fünften Tage folgende: C_5 V_5 V_6 C_6 V_7 V_8. An den nächsten Tagen wurde die Reihenfolge in analoger Weise, wie früher bis zum vierten, so jetzt bis zum achten Tage verändert, mit welchem die Runde geschlossen wurde. Die Gesamtbelastung eines Tages d. h. die Summe der auf denselben fallenden Wiederholungen war, natürlich abgesehen von den Tagen, an welchen Reihen gelernt werden, konstant und zwar gleich 100 Wiederholungen. Selbstverständlich wurden die Versuche stets zur selben Tageszeit ausgeführt. (Bei B. begannen dieselben ungefähr um 7¼, bei S. um 5¼ Uhr abends.) Die Dauer der Experimente betrug gewöhnlich eine halbe Stunde.

Es folgen nun die in den arithmetischen Mittelwerten angegebenen Resultate der beiden Versuchsreihen, nämlich die für die Erlernung der Reihen nötigen Wiederholungszahlen.

		w	
I. (B.)	*C*-Reihen	6.5	Differenz = 1.0
	V-Reihen	5.5	

		w	
II. (S.)	*C*-Reihen	11.5	Differenz = 1.8
	V-Reihen	9.7	

Über die Deutung dieser Zahlen ist wenig zu sagen. Sie zeigen einfach ein entschiedenes Überwiegen der *V*-Reihen und zwar bei beiden Versuchspersonen um ca. 15 %. Natürlich

ist hierbei ein Umstand nicht zu übersehen, der sowohl hier, als auch in der späteren Versuchsreihe eine Rolle spielt. Der günstige Einfluſs der Verteilung, bezw. der ungünstige der Kumulierung von Wiederholungen ist nämlich sicher beträchtlich gröſser, als er in den vorstehenden Zahlen zum Ausdruck kommt. Die 30 Wiederholungen der *C*-Reihen kommen nämlich bereits nach 24 Stunden sozusagen zur Geltung, von den 30 Wiederholungen der *V*-Reihen dagegen nur 10 ebenfalls nach 24 Stunden, 10 erst nach 48 und die ersten 10 sogar nach 72 Stunden. Das Vergessen spielt also bei den *V*-Reihen eine bedeutend gröſsere Rolle als bei den *C*-Reihen. Dieser Umstand muſste also durch die Verteilung erst kompensiert werden und nur der trotzdem resultierende Überschuſs wird durch die obigen Differenzen zum Ausdruck gebracht. Zur Konstatierung der Thatsache, daſs Verteilung günstiger als Kumulierung ist, würde es demnach auch genügen, wenn die Differenz in beiden Versuchsreihen gleich null wäre.

Es sind nun noch einige Bedenken gegen die Sicherheit unserer Resultate zu beseitigen. Die Zahl der zur Erlernung nötigen Wiederholungen ist wegen der groſsen Zahl der vorausgegangenen Lesungen sowohl bei den *V*- als auch bei den *C*-Reihen eine verhältnismäſsig kleine. Infolge dessen war der vierte und achte Tag jeder Runde, an welchen immer 4 *V*-Reihen und 2 *C*-Reihen erlernt wurden, am wenigsten mit Wiederholungen belastet. Da die anderen *C*-Reihen nun am zweiten oder sechsten Tage erlernt wurden, so könnte man darin eine Benachteiligung der *C*-Reihen finden. Ich habe daher zuerst die *C*-Reihen, welche am vierten, achten u. s. w. Tage gelernt sind, mit den am zweiten, fünften u. s. w. Tage gelernten verglichen. Nur bei der Versuchsperson S. zeigte sich hierbei eine gegenüber den Beobachtungsfehlern in Betracht kommende Differenz, aber mit dem entgegengesetzten Vorzeichen, als nach dem oben erwähnten Einwande zu erwarten wäre. Die Erlernung der *C*-Reihen zweiter Art beanspruchte nämlich im ganzen 130 *w*, die der *C*-Reihen erster Art dagegen 147 *w*. Wir können also sagen, daſs sämtliche *V*-Reihen unter denselben Bedingungen gelernt wurden wie diejenige Art der *C*-Reihen, die das ungünstigste Resultat, nämlich 147 *w*, aufweisen. Das schlieſsliche Überwiegen der *V*-Reihen ist demnach nach Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes sogar noch höher anzu-

schlagen als früher. (Die Thatsache, dafs alle *V*-Reihen und die eine Hälfte der *C*-Reihen trotz der geringeren Belastung[1] des Lerntages gegenüber der anderen Hälfte der *C*-Reihen im Nachteil waren, erklärt sich wohl aus folgendem Umstande. Wird der Versuchsperson der Auftrag gegeben, eine Reihe zu lernen, so wird ihre Aufmerksamkeit im allgemeinen höher gespannt sein als beim gewöhnlichen Lesen. Am vierten und achten Tage jeder Runde mufsten nun alle vorgezeigten Reihen auch gelernt werden, am zweiten und achten Tage dagegen immer zwei. Im letzten Falle mufste sich also die Aufmerksamkeit nur diesen beiden in besonders hohem Mafse zuwenden, und es ist ganz begreiflich, dafs dadurch der Einflufs der verschiedenen Tagesbelastung kompensiert werden konnte.)

Man könnte nun noch die Möglichkeit in Erwägung ziehen, dafs die Versuchsperson gelegentlich im Verlaufe des Tages an die gelesenen Silben gedacht habe und dafs diese Fehlerquelle für die *V*-Reihen (eben wegen der Verteilung auf mehrere Tage) von gröfserer Bedeutung sei als für die *C*-Reihen.

Dieser Einwurf erledigt sich jedoch einfach durch die Thatsache, dafs bei den meisten Versuchspersonen das unwillkürliche Denken an die Silben während des Tages fast nur in den ersten Tagen der Versuchsreihe auftritt, im weiteren Verlaufe der Versuche dagegen völlig aufhört. Der Grund hierfür liegt eben darin, dafs sich die Versuchsperson allmählich an das Silbenmaterial gewöhnt und demselben schliefslich ganz gleichgültig gegenübersteht.

§ 2.

Nach dieser neuerlichen Feststellung des von Ebbinghaus beobachteten Verhaltens konnte die weitere Untersuchung in zweifacher Weise geschehen. Man konnte die verschiedenen Faktoren (wie Gesamtzahl der Wiederholungen, Gröfse der Zeitintervalle etc.), die für die zu untersuchenden Vorgänge in Betracht kommen, variieren, und auf diese Weise ein Bild von der Gröfse des Verteilungseinflusses unter den verschiedensten Bedingungen zu erhalten suchen. Ein anderes Ziel war die Erkenntnis des Wesens dieser Einflüsse, das heifst, ob und inwie-

---

[1] Unter der Belastung eines Tages wird also hier nur die Summe der auf denselben entfallenden Wiederholungen verstanden.

weit wir es hier mit einer eigenartigen Gesetzmäfsigkeit zu thun haben oder nur mit einer Komplizierung verschiedener bereits bekannter Faktoren, und die Feststellung, welches der einfachste Ausdruck dieser Gesetzmäfsigkeit sei. Bei Verfolgung letzter Aufgabe müssen natürlich zunächst sämtliche bereits bekannte Faktoren, die geeignet sind, diese Erscheinungen zu erklären, möglichst eliminiert werden, ferner müssen wir, falls die Gesetzmäfsigkeit auch dann noch fortbesteht, suchen, dieselbe unter möglichst vereinfachten Bedingungen experimentell darzustellen. Endlich sind dann noch eventuell analoge Gesetze der Assoziationspsychologie heranzuziehen, um uns die Thatsachen auch theoretisch verständlicher zu machen.

Dieses zweite Ziel haben die nun weiter folgenden Untersuchungen.

Versuchsreihe III.

Bereits Müller und Schumann[1] hatten die Möglichkeit erwähnt, dafs die Resultate von Ebbinghaus zum Teil durch die bei den Kumulationsreihen auftretende Ermüdung zu erklären wären. In der That kann man von vornherein erwarten, dafs bei Verwendung von hohen Wiederholungszahlen infolge der Abstumpfung der Aufmerksamkeit die letzten Wiederholungen einen beträchtlich geringeren Wert für das Erlernen und Behalten der Reihen haben werden als die ersten Wiederholungen. Im Hinblick hierauf suchte ich in dieser Versuchsreihe die Ermüdung durch allzulanges Lesen einer Reihe zu vermeiden. Dies geschah dadurch, dafs ich die Wiederholungen der *C*-Reihen durch Einschieben von *V*-Reihen voneinander trennte, so dafs, wenn Abstumpfung der Aufmerksamkeit noch immer eintrat, sie sich auf *V*- und *C*-Reihen gleichmäfsig verteilen mufste. Es wurde also zuerst eine *V*-Reihe *n* mal wiederholt, dann kam eine *V*-Reihe mit derselben Wiederholungszahl, dann wieder die erste *C*-Reihe, dann eine neue *V*-Reihe, und so fort, bis die erforderliche Gesamtzahl an Wiederholungen erreicht war. Die Anordnung der Reihen war folgende.

I. Tag:

$$C_1\ V_1\ C_1\ V_2\ C_1\ V_3\ C_1\ V_4\ C_1\ V_5\ C_1\ V_6\ (4).$$

[1] Siehe a. a. O. S. 266—267.

II. Tag:

C_1 (*e*) V_1 C_2 V_2 C_2 V_3 C_2 V_4 C_2 V_5 C_2 V_6 C_2 (4).

III. Tag:

C_3 C_2 (*e*) V_1 C_3 V_2 C_3 V_3 C_3 V_4 C_3 V_5 C_3 V_6 (4).

IV. Tag:

V_1 C_4 C_3 (*e*) V_2 C_4 V_3 C_4 V_4 C_4 V_5 C_4 V_6 C_4 (4).

VII. Tag:

C_7 (4) V_1 (*e*) C_7 (4) V_2 (*e*) C_7 (4) C_6 (*e*) V_3 (*e*) C_7 (4)
V_4 (*e*) C_7 (4) V_5 (*e*) C_7 (4) V_5 (*e*) C_7 (4) V_6 (*e*).

Jede Reihe wurde also vor der Erlernung 24 mal wiederholt. Das Zeichen (4) am Ende der Versuchstage bedeutet, daſs jede Reihe des Tages 4 mal gelesen wurde, mit Ausnahme der *C*-Reihe, die an dem betreffenden Tage gelernt wurde, was durch das Zeichen (*e*) angedeutet ist. Jede Lesung einer Reihe war von der nächsten durch eine Pause von 2—3 Minuten getrennt. Der Zeitlagewechsel muſste nach zwei Richtungen durchgeführt werden. An jedem Tage wurden 6 *V*-Reihen und eine *C*-Reihe gelesen, die letzte in sechsfacher Verteilung. Hinsichtlich dieser Reihen genügte für die Änderung der Zeitlage die Verschiebung der *V*- und *C*-Reihen gegeneinander um ein Glied. An Stelle von V_1 C_4...... tritt am nächsten Tage C_5 V_1......, am nächsten Tage wieder V_1 C_6...... und so weiter. Andererseits wurde aber auch am zweiten, dritten ...... siebenten Tage jeder solchen Runde eine *C*-Reihe vom vorigen Tage gelernt und diese hatte nun 13 Zeitlagen zu durchlaufen. Um die Zahl der Resultate für *V*- und *C*-Reihen gleich zu erhalten, lieſs ich C_7, das am siebenten Tage gelesen worden war, am achten Tage nicht lernen, sondern begann dann wieder mit vollständig neuem Material. Die Lesung von C_7 diente nur dazu, die Tagesbelastung unverändert zu halten.

Die Versuchsreihe, welche im ganzen 50 Versuchstage umfaſste, zerfiel zeitlich in zwei Serien. Die eine erstreckte sich vom 6. November 1895 bis zum 14. Dezember, die zweite vom 7. April 1896 bis zum 16. April. In beiden Serien blieb die Tageszeit (11 Uhr 50 Minuten bis 12 Uhr 40 Minuten) wie auch alle anderen äuſseren Bedingungen unverändert. Versuchsperson war Professor G. E. Müller. Das Verfahren war in dieser Versuchsreihe wissentlich, da die Versuchsperson bereits von früher her den Zweck der Versuche kannte. Die nun folgenden Resultate geben die für die Erlernung von 40 *C*- und

40 *V*-Reihen nötigen Wiederholungszahlen in den arithmetischen Mittelwerten.[1]

$$\begin{array}{ll} & w \\ C \ldots\ldots\ldots\ldots & 5.3 \\ V \ldots\ldots\ldots\ldots & 4.6 \end{array}\Bigg\} \text{ Differenz} = 0.7.$$

Wir sehen, dafs auch in diesem Falle die *V*-Reihen noch deutlich gegenüber den *C*-Reihen als bevorzugt erscheinen. Selbstverständlich gilt über die Bedeutung der Differenz hier dasselbe, was früher bei Besprechung der Versuchsreihen I und II über die dortigen Differenzen bemerkt wurde. Insbesondere gilt der Satz, dafs die Differenz uns nur sozusagen den Überschufs der Verteilungswirkung gegenüber dem Einflufs des stärkeren Vergessens der *V*-Reihen darstellt, hier noch in erhöhtem Mafse, da die Verteilung hier auf 6, in I und II aber nur auf 3 Tage ausgedehnt worden war. Trotzdem mufs aber, besonders im Hinblick auf die Resultate der Versuchsreihen IV, V und VI die relativ geringe Gröfse der Differenz überraschen. Abgesehen von etwaigen persönlichen Eigentümlichkeiten der Versuchsperson, dürfte sich diese Thatsache jedoch auch aus den Besonderheiten unserer Anordnung ganz oder teilweise erklären lassen. Wir haben eben durch die Trennung der Wiederholungen einer *C*-Reihe nicht allein die Abstumpfung der Aufmerksamkeit eliminiert, sondern eigentlich aus den *C*-Reihen *V*-Reihen mit kleinem Zeitintervall gemacht. Wir haben also im Grunde *V*-Reihen mit dem Zeitintervall von 24 Stunden mit *V*-Reihen mit dem Zeitintervall von etwa 5—6 Minuten verglichen. Welche Bedeutung eine solche Änderung aber besitzt, wird aus späteren Untersuchungen noch klarer hervorgehen. Andererseits ist noch hervorzuheben, dafs bei der überall gleichen Tagesbelastung eine nicht unwesentliche Bevorzugung der *C*-Reihen dadurch bedingt war, dafs in der Regel die erlernte *C*-Reihe überhaupt die einzige an dem betreffenden Tage zu lernende Reihe war. Da die Versuchsperson in besonders hohem Mafse dazu geneigt war, unwillkürlich an die gelesenen Silben häufig zu denken, so notierte ich alle Takte, die nach ihrer Angabe ins Bewufstsein gekommen waren. Von

[1] Die Zahl der erlernten Reihen war eigentlich für jede Art gleich 42. doch mufsten eines Versehens wegen 2 Reihen auf jeder Seite gestrichen werden.

C-Reihen erhielt ich auf diese Weise 21, von *V*-Reihen dagegen nur 15 Takte. Also auch in dieser Beziehung waren die ersten im Vorteile. Da demnach trotz aller dieser ungünstigen Umstände die *V*-Reihen noch immer durchschnittlich ein besseres Ergebnis geliefert haben als die *C*-Reihen, so kann man daraus mit ziemlicher Sicherheit abnehmen, daſs die Ursache des Einflusses der Verteilung nicht lediglich in der gröſseren Ermüdung beim Lesen der Kumulationsreihen bestehen kann. Wir haben es also nach dem bisherigen mit einer durchaus eigenartigen Gesetzmäſsigkeit zu thun.

§ 3.

Worin liegt nun aber, so könnte man jetzt fragen, das eigentlich charakteristische Moment dieser ganzen Erscheinungsgruppe? Das nächstliegende Auskunftsmittel, die allgemeine Ermüdung, hat sich in den letzten Versuchsreihen als unzureichend erwiesen. Trotzdem wird man vielleicht auch jetzt noch geneigt sein, das Verhalten der *V*- und *C*-Reihen auf eine geringere Wirksamkeit der späteren Wiederholungen einer *C*-Reihe gegenüber den Anfangswiederholungen zurückzuführen. Die Sache kann von diesem Standpunkte aus etwa so dargestellt werden, daſs die letzten Wiederholungen einer Reihe mit groſser Kumulation, selbst wenn sie mit ungeschwächter Aufmerksamkeit absolviert werden, aus noch unbekannten Gründen einen geringeren Wert für Einprägen und Behalten besäſsen als die ersten Wiederholungen. In dieser unbestimmten Fassung scheint diese Vorstellungsweise in hohem Grade wahrscheinlich, ja beinahe selbstverständlich zu sein. Ziehen wir nun aber einmal einige Konsequenzen aus dieser Auffassung. Es ist schon früher bemerkt worden, daſs wir in unseren bisherigen Versuchen zwei einander entgegenwirkende Faktoren konstatieren können, erstens den Einfluſs des Vergessens, der zu Gunsten der *C*-Reihen wirken muſs, zweitens den uns vorläufig unbekannten, der zu Gunsten der *V*-Reihen wirkt und den die eben angedeutete Auffassung als geringere Wirksamkeit der späteren Wiederholungen einer Kumulationsreihe ansieht. Was geschieht nun, wenn wir die Art der Verteilung ändern?

Wählen wir z. B. als Gesamtzahl der Wiederholungen 24, so können wir diese Zahl ja in sehr verschiedener Weise auf

mehrere Tage verteilen. Wir können eine Reihe an zwei Tagen je 12 mal, oder an vier Tagen je 6 mal, oder an zwölf Tagen je 2 mal lesen. Bezeichnen wir mit (3,8) diejenige Form der Verteilung, nach welcher acht Wiederholungen an je drei Tagen stattfinden, so giebt es für die Zahl 24 acht solcher Formen, nämlich (1,24), (2,12), (3,8), (4,6), (6,4), (8,3), (12,2), (24,1). Hierbei bedeutet immer die erste Ziffer die Zahl der Tage, an denen eine Reihe von dieser Form gelesen werden soll, die zweite die Zahl der an jedem Tage stattfindenden Wiederholungen.

Die erste Form stellt uns demnach die vollständige Kumulation, die letzte Form die ausgedehnteste Verteilung dar. Was mufs nun, nach der Annahme einer geringeren Wirksamkeit der späteren Wiederholungen der Kumulationsreihen geschehen, wenn verschiedene mittlere Verteilungsformen hinsichtlich ihrer Ergebnisse miteinander verglichen werden, etwa die Formen (3,8), (6,4), (12,2)? Werden 24 Wiederholungen an einem Tage vorgenommen, so lehrt bereits die Selbstbeobachtung, dafs die letzten Wiederholungen einen relativ nur noch sehr geringen Wert besitzen, und auf derartige Beobachtungen stützt sich ja gerade die in Rede stehende Annahme. Bei 8 oder gar 9 Wiederholungen kann man hingegen sogar eher das Gegenteil beobachten. Man ist gewöhnlich bei der ersten und zweiten Wiederholung mit der Aufmerksamkeit noch nicht ganz bei der Sache und kommt erst allmählich, etwa beim vierten oder fünften Durchlesen so recht in Zug. Von einer geringeren Wirksamkeit der dritten oder vierten Wiederholung kann also nach der Selbstbeobachtung keine Rede sein. Andererseits besteht aber der Einflufs des Vergessens, der immer zu Ungunsten der gröfseren Verteilung wirkt, auch hier noch fort.

Nach alledem mufs man, wenn man auf dem Boden der oben erwähnten Anschauungsweise steht, annehmen, dafs wir bei Steigerung der Verteilung schliefslich zu einer Grenze kommen werden, jenseits welcher die ausgedehntere Verteilung nicht mehr die günstigeren Resultate liefert. Diese Grenze müfste wohl auch nach dem eben Gesagten bei der Form (6,4) schon beträchtlich überschritten sein. Ob eine solche Grenze existiert, und wenn ja, wo dieselbe gelegen ist, dies ist die Frage, der die nächsten Versuchsreihen gewidmet sind. Bevor ich jedoch die bezüglichen Resultate der folgenden

Experimente mitteile, schicke ich noch eine kurze Beschreibung der auf Seite 437 erwähnten Methode zur Untersuchung von Assoziationsstärken voraus, welcher ich mich in der Mehrzahl der nun folgenden Versuchsreihen bedient habe.

§ 4.

In den meisten systematisch unternommenen Versuchsreihen über das Gedächtnis für eine Vorstellungsreihe ist es notwendig, die mittlere Assoziationsstärke einer unter gewissen Bedingungen gelesenen Reihe zu bestimmen. Unter mittlerer Assoziationsstärke einer Reihe verstehe ich hierbei die durchschnittliche Gröfse der Tendenz eines Gliedes der Kette, das nächstfolgende zu reproduzieren. Diese Bestimmung der mittleren Assoziationsstärke einer Reihe zu einem gewissen Zeitpunkte wurde bis jetzt von Ebbinghaus, Müller-Schumann und anderen dadurch erreicht, dafs die Reihe an dem betreffenden Zeitpunkte von der Versuchsperson bis zur Erlernung gelesen werden mufste. Die Zahl der hierzu notwendigen Wiederholungen bezw. die Ersparnis an Wiederholungen gegenüber der Erlernung einer völlig neuen Reihe kann uns dann zur Bestimmung der Assoziationsstärke dienen, welche die Reihe vor der Wiederholung hatte. Im allgemeinen, wie wir aber später noch sehen werden, nicht immer, können wir dann sagen, dafs einer Reihe mit geringerer Ersparnis auch eine geringere mittlere Assoziationsstärke entspreche, von welcher Voraussetzung wir auch in unseren früheren Versuchen ausgegangen sind. Es giebt nun aber auch einen anderen und zwar direkteren Weg, die Stärke einer Vorstellungsreihe zu bestimmen. Man kann der Versuchsperson nach einer gewissen Anzahl von Lesungen mehrere der gelesenen Silben vorzeigen und ihr den Auftrag geben, jedes Mal die nächstfolgende Silbe anzugeben. Falls nun die betreffende Reihe im Gedächtnis weder zu stark noch zu schwach eingeprägt ist, so werden wir richtige Fälle, falsche und Nullfälle erhalten, wobei ich unter den letztgenannten solche verstehe, bei welchen die Versuchsperson keine Silbe als die nächstfolgende angiebt. Die Zahl n der richtigen Fälle oder Treffer giebt uns wieder ein Mittel an die Hand, über die Assoziationsstärke einer Reihe bei gewissen Bedingungen zu urteilen. Die Bestimmung dieser Trefferzahl in Verbindung mit

den bezüglichen Reproduktionszeiten ist der Zweck der Treffer- und Zeitmethode.

Die äufsere Anordnung bei Anwendung dieses Verfahrens ist folgende. Ein zwölfseitiges, um eine horizontale Axe drehbares Prisma trägt einen Papierstreifen, auf dem die vorzuzeigenden Silben aufgeschrieben sind. Vor diesem Prisma ist eine kleine Wand mit einem Ausschnitt angebracht, welch letzter durch einen Fallschirm mit ebenso grofsem Ausschnitt verdeckt oder offen gelassen werden kann. Der Fallschirm kann durch einen Elektromagneten festgehalten werden, und in diesem Falle ist der Ausschnitt und die hinter demselben befindliche Silbe verdeckt. Soll eine Silbe vorgezeigt werden, so wird ein mit dem Elektromagneten in Verbindung stehender Kommutator geöffnet, der Fallschirm fällt und die Versuchsperson kann durch den nun offenen Ausschnitt die betreffende Silbe sehen.

Die Bestimmung der Reproduktionszeit wurde in folgender Weise ausgeführt. Ein von einer Meidinger Batterie gelieferter Strom wurde in einen Kommutator eingeführt, ging dann zu einem Quecksilbernapf, in welchen, wenn der Fallschirm festgehalten war, ein Kontakt eintauchte, von diesem Kontakt zu einem Hippschen Chronoskop, von diesem zu einem zweiten Kommutator und dann zum ersten Kommutator zurück. Dieser erste Stromkreis war also geschlossen, wenn die eben erwähnten zwei Kommutatoren, von welchen der erstgenannte von der Versuchsperson, der zweite vom Versuchsleiter bedient wurde, geschlossen waren, und wenn der Fallschirm vom Elektromagneten festgehalten war. Öffnete dagegen der Versuchsleiter den zum Elektromagneten gehörigen Kommutator, so fiel der Fallschirm herunter und hob im Fallen den oben erwähnten Kontakt aus dem Quecksilbernapf heraus. Die Versuchsperson sah also die unter dem Ausschnitt stehende Silbe und zu gleicher Zeit wurde der durch das Chronoskop gehende Stromkreis geöffnet.

Wie sich aus dem soeben Bemerkten ergiebt, war bei diesen Versuchen das Chronoskop stets so eingerichtet, dafs die Zeiger im Falle des Stromschlusses festgehalten waren. Ein zweiter Stromkreis gewährte nun die Möglichkeit, die Zeiger des Chronoskopes wieder zum Stillstand zu bringen. Von dem erwähnten Kommutator, in welchen der Strom eintrat, ging

eine Verbindung zu einem Lippenschlüssel, mit welchem die Versuchsperson reagierte. Von diesem lief der Strom wieder zum Chronoskop und dann durch den zweiten Kommutator zum ersten zurück. Der äufsere Verlauf eines Versuches ist also einfach folgender. Zu Anfang des Versuches sind alle drei Kommutatoren geschlossen, der Fallschirm ist vom Elektromagneten festgehalten und verdeckt den Ausschnitt. Der erste Stromkreis ist infolge dessen ebenfalls geschlossen. Die Versuchsperson sitzt so vor dem Fallschirm, dafs sie im gegebenen Falle gerade den Ausschnitt und die hinter demselben stehende Silbe bequem sehen kann, und hält mit den Lippen den unteren Arm des Lippenschlüssels nach oben. Der zweite Stromkreis ist hierdurch geöffnet. Jetzt setzt der vor dem Chronoskop sitzende Versuchsleiter das Uhrwerk in Gang, öffnet dann den zum Elektromagneten gehörigen Kommutator und der Fallschirm fällt herunter. Einerseits wird nun der erste Stromkreis geöffnet und das Zeigerwerk der Uhr in Gang gesetzt, andererseits sieht die Versuchsperson die hinter dem Ausschnitt erscheinende Silbe. Sie überlegt nun eine gewisse Zeit, welche die nächstfolgende Silbe war, spricht dieselbe aus, und schliefst durch die Sprechbewegung den zweiten Stromkreis. Die Zeiger bleiben stehen und der Experimentator kann nun die Gröfse der abgelaufenen Zeit ablesen. (Da in der abgelesenen Zeit natürlich nicht blofs die Reproduktionszeit, sondern auch verschiedene physikalische Zeiten enthalten sind, so wird die Reproduktionszeit auf diese Weise nicht wirklich gemessen, sondern nur eine exakte Vergleichung derartiger Zeiten ermöglicht. Für unsere Zwecke war dies aber aus naheliegenden Gründen vollständig ausreichend.) Hierauf wird der Fallschirm wieder in die Höhe gehoben, durch Drehung des Prismas kommt die nächste Silbe vor den Ausschnitt und das ganze Verfahren wiederholt sich, bis die Reihe der vorzuzeigenden Silben abgeschlossen ist.

Die Konstanz der Latenzzeit des Lippenschlüssels, der in der Versuchsreihe zur Anwendung kam, war natürlich vorher geprüft worden. Den Wechsel der Stromesrichtung besorgte die Versuchsperson mittelst des von ihr bedienten Kommutators. Zu Anfang und Ende jedes Versuchstages wurde das Chronoskop mittelst des in den Stromkreis eingefügten Kontrollhammers geprüft. Der Kontrollhammer selbst wurde in be-

kannter Weise von Zeit zu Zeit durch eine Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl kontrolliert, welche beim Fall des Hammers ihre Schwingungen auf einer mit letzterem fest verbundenen berufsten Platte aufschrieb.

Was das Vorzeigen der Silben endlich anbetrifft, so waren für dasselbe folgende Regeln mafsgebend. Aus jeder Reihe wurden immer nur die ersten Silben der sechs stets trochäisch gelesenen Takte vorgezeigt, und zwar in variabler Reihenfolge, damit die Versuchsperson nicht leicht in die Lage kommen konnte, sich auf die später kommenden Silben irgendwie vorzubereiten. Nehmen wir an, bei einer Reihe wäre zuerst der 5. Takt geprüft worden, so kam dann der 3., 1., 6., 4., 2. Takt an die Reihe. Das nächste Mal kam dann der 3. Takt an die erste, der 5. Takt an die letzte Stelle, beim übernächsten Mal der 1. Takt an die erste, der 3. an die letzte Stelle, und so fort, bis alle sechs Möglichkeiten der Reihenfolge erschöpft waren, worauf der Wechsel in derselben Weise von neuem begann.

Was endlich die Bedeutung der ganzen Methode angeht, so leuchtet auf den ersten Blick ein, dafs dieselbe eine sehr nützliche Ergänzung des Ersparnisverfahrens darstellt. Da beide Methoden auf prinzipiell durchaus verschiedenen Wegen dasselbe Ziel, die Bestimmung der mittleren Assoziationsstärke anstreben, so dürfen wir von vornherein aus einer Vereinigung beider die Gewinnung wertvoller Gesichtspunkte für die Theorie des Gedächtnisses erwarten. Im speziellen giebt die Treffer- und Zeitmethode beträchtlich feinere Unterschiede wieder als das Ersparnisverfahren. Für den Nachweis gewisser, sonst schwer zu konstatierender assoziativer Unterschiede, wie sie z. B. bei der Untersuchung der mittelbaren Assoziation, der Assoziation im Unbewufsten[1] etc. eventuell auftreten, ist dieselbe daher besonders geeignet. Aufserdem hat die Treffermethode den Vorteil, dafs sie bei derselben Zahl von Versuchstagen eine bedeutend gröfsere Zahl von Ergebnissen liefert als die bisherige Untersuchungsweise. Auf die Bedeutung des Verfahrens für unsere spezielle Frage, sowie auf die sich daraus ergebenden methodologischen Konsequenzen werde ich an geeigneter Stelle noch zu sprechen kommen.

---

[1] Über diese Frage siehe Müller-Schumann S. 164 ff.

§ 5.

Versuchsreihen IV, V und VI.

Der Zweck dieser mit stud. math. O. BLUMENTHAL, stud. phys. E. PRÜMM und cand. hist. B. MÜLLER unternommenen Versuchsreihen war die Vergleichung der Verteilungsformen (3,8), (6,4), (12,2) (vergl. S. 446). Die Experimente begannen mit B. am 12. November 1895, mit P. am 7. November 1895 und mit M. am 24. November 1896 und umfaſsten je 28 Versuchstage, die mit Ausnahme der Zeit zwischen 14. und 15. Versuchstag ohne Unterbrechung aufeinander folgen muſsten.

Die Experimente beanspruchten täglich etwa 35—45 Minuten und wurden mit B. gewöhnlich um 7 Uhr 30 Minuten abends, mit P. in den ersten 14 Tagen um 2 Uhr 30 Minuten nachmittags, in den folgenden 14 Tagen um 9 Uhr 35 Minuten morgens begonnen. In Versuchsreihe VI konnten äuſserer Umstände wegen die Versuche an den verschiedenen Tagen nicht immer zu gleicher Zeit begonnen werden. Die Zeit der Versuche variierte infolge dessen an den verschiedenen Tagen gewöhnlich in einem Intervalle von 1 Stunde. Die Versuche begannen in den ersten 14 Tagen zwischen 9½ und 10½ Uhr, in der zweiten Versuchsserie zwischen 10½ und 11½ Uhr vormittags.

Die Anordnung der Silbenreihen war folgende:

I. Tag:

V''_1 V'_1 V''_2 V_1 V''_3 V'_2 V''_4 V_2 V''_5 V'_3 V''_6.

II. Tag:

V'_1 V''_2 V_1 V''_3 V'_2 V''_4 V_2 V''_5 V'_3 V''_6 V'_1.

III. Tag:

V''_2 V_1 V''_3 V'_2 V''_4 V_2 V''_5 V'_3 V''_6 V''_1 V'_1.

IV. Tag:

V_1 (Pr.) V''_3 V'_2 V''_4 V_2 (Pr.) V''_5 V'_3 V''_6 V''_1 V'_1 V''_2.

⋮

VII. Tag:

V''_4 V_4 V''_5 V'_3 (Pr.) V''_6 V'' V'_1 (Pr.) V''_2 V_3 V''_3 V'_2 (Pr.).

VIII. Tag:

V_4 (Pr.) V''_5 V'_6 V''_6 V''_1 V'_4 V''_2 V_3 (Pr.) V''_3 V'_5 V''_4.

⋮

XII. Tag:

V_5 (Pr.) V''_5 V'_5 V''_6 V''_1 V'_4 V''_7 V_6 (Pr.) V''_3 V'_5 V''_4

XIII. Tag:

V''_6 (Pr.) V''_1 (Pr.) V'_4 V''_2 (Pr.) V_6 V''_3 (Pr.) V'_5 V''_4 (Pr.) V_5 V^4_5 (Pr.).

XIV. Tag:

V''_5 V'_6 (Pr.) V''_6 V''_1 V'_4 (Pr.) V''_2 V_6 V''_3 V'_5 (Pr.) V''_4 V_5.

V_1 V'_1 V'' bedeuten hier die Reihen von den Formen (3,8), (6,4), (12,2). Während jeder solchen Serie von 14 Tagen wurden sechs Reihen von jeder dieser Formen gelesen und 24 Stunden nach der letzten Lesung mit dem Treffer- und Zeitverfahren geprüft, was das Zeichen (Pr.) hinter der betreffenden Reihe besagen soll.

Die Zeitlage für den ersten Tag glaubte ich am besten so zu wählen, dafs ich die V- und V'-Reihen regelmäfsig zwischen die zahlreichen V''-Reihen einschob. Der Zeitlagenwechsel vollzieht sich nach vorstehendem Schema durch zyklische Vertauschung bis zum 12. Versuchstage. Da an diesem Tage wieder die erste Zeitlage hätte auftreten müssen, so zog ich es vor, für diesen und die folgenden zwei Tage das Los für eine der elf möglichen Anordnungsweisen entscheiden zu lassen.

Da das Durchprüfen einer Reihe mit dem Trefferverfahren etwa 3 Minuten in Anspruch nimmt, so ist der 13. Tag der Runde besonders stark belastet, welcher Umstand zu Ungunsten der ausgedehntesten Verteilung ins Gewicht fällt. Um die Belastung hinsichtlich der Lesearbeit für alle Tage möglichst gleich zu halten, liefs ich am 13. und 14. Tage die bereits geprüften V- bezw. V''-Reihen wieder in der alten Weise durchlesen. Die Pause zwischen dem Lesen zweier Reihen betrug ungefähr 2 Minuten.

Ich gebe nun zunächst die Resultate der Versuchsreihen IV und VI an.

	V		V'		V''	
	T.	m. Z.	T.	m. Z.	T.	m. Z.
B.	18	2496	39	2213	53	2007
M.	7	2429	31	1570	55	1675

Es waren im ganzen 12 Reihen bezw. 72 Takte von jeder Form geprüft worden. T. bedeutet die Gesamtzahl der bezüglichen Treffer, m. Z. die mittlere Reproduktionszeit der Treffer.

Die Resultate der Versuchsreihe V gingen mir zum grofsen Teile durch ein Versehen, das ich erst später bemerkte, verloren, aufserdem zeigte die Versuchsperson P. ein relativ schlechtes Gedächtnis, so dafs die Zahl der Treffer eine minimale wurde. Aus 36 geprüften Takten jeder Form ergaben sich für V'' 9, für V' 5 und für V nur 2 Treffer. Selbstverständlich sind diese kleinen Zahlen an sich in keiner Richtung beweisend, ich teile sie nur deshalb mit, um zu zeigen, dafs, soweit Resultate sich ergaben, diese überall dieselbe qualitative Gesetzmäfsigkeit aufweisen.

Die Trefferzahlen der Versuchsreihen IV und VI, mit welchen auch die eben genannten übereinstimmen, bedürfen keiner weiteren Erläuterung. Sie zeigen deutlich, dafs die ausgedehnteste Verteilungsform das günstigste Resultat nach 24 Stunden liefert. Insbesondere fällt die grofse Überlegenheit der Form (6,4) über die Form (3,8) auf. Obwohl beide Reihen gleich oft wiederholt worden waren, traten doch bei der ausgedehnteren Verteilung bedeutend mehr Treffer auf als bei der weniger ausgedehnten. Auch die zweite Differenz zwischen V' und V'' ist hinreichend grofs, um zu zeigen, dafs wir an dieser Stelle die Grenze des Verteilungseinflusses noch nicht zu suchen haben, ja es scheint nach diesen Ergebnissen (die natürlich zunächst nur für das von uns gebrauchte Zeitintervall von 24 Stunden gelten), dafs eine solche Grenze überhaupt nicht existiert, dafs vielmehr die ausgedehnteste Verteilung die günstigsten Resultate ergiebt. Da aber ferner bei vier Wiederholungen, die nicht einmal $^3/_4$ Minuten Zeit beanspruchen, von Abstumpfung der Aufmerksamkeit, Abnahme des Interesses u. dergl. m. wohl kaum die Rede sein kann, so ist offenbar jede Ansicht zur Erklärung der Verteilungswirkung unzureichend, welche die hier untersuchten Erscheinungen darauf zurückführt, dafs die späteren Wiederholungen einer Reihe im Vergleich zu den früheren für das Aneignen und Behalten von geringerem Wert sei.

Aber auch in praktischer Hinsicht können die hier mitgeteilten Ergebnisse zu weiteren, interessanten Konsequenzen führen. Welche die günstigste Art sei, sich eine Vorstellungsreihe gedächtnismäfsig einzuprägen, ist gewifs eine Frage, welche die Praxis des Lebens direkt berührt. In der That ist ja wohl auch das Prinzip der Verteilung im allgemeinen kein

unbekanntes. Sollten aber die Ergebnisse unserer Experimente noch weitere Bestätigungen erfahren, so wird uns auch in der Praxis die ausgedehnteste Verteilung als günstigste Lernmethode erscheinen müssen, also diejenige Art, bei welcher auf einen Tag etwa eine Wiederholung kommt, natürlich unter der Voraussetzung, dafs diese Verteilungsart nicht durch besondere Zwecke oder Umstände ausgeschlossen ist. Dies aber ist wohl auch dem Praktiker auf diesem Gebiete durchaus neu. Man frage einmal jemanden, von welcher Form der Verteilung er das günstigste Resultat erwarte, so wird man wohl häufig eine der mittleren Formen bezeichnet hören, fast nie aber die ausgedehnteste Verteilung. Ich habe den Versuch selbst mit mehreren Personen, auch Schulmännern gemacht, im wesentlichen immer mit demselben Ergebnis. In der Praxis pflegt man sogar häufig noch alle diesbezüglichen Erfahrungen als Konsequenzen der Ermüdung aufzufassen, und sucht demgemäfs erst dann eine weitere Anhäufung von Wiederholungen zu vermeiden, wenn dieselbe bereits eine deutlich merkbare Abstumpfung des Interesses und der Aufmerksamkeit zur Folge haben würde. Aus unseren bisherigen Experimenten geht dagegen hervor, dafs ein derartiges Verfahren, wenigstens so lange es sich blofs um gedächtnismäfsige Aneignung eines Stoffes handelt, unökonomisch und deshalb unzweckmäfsig ist.

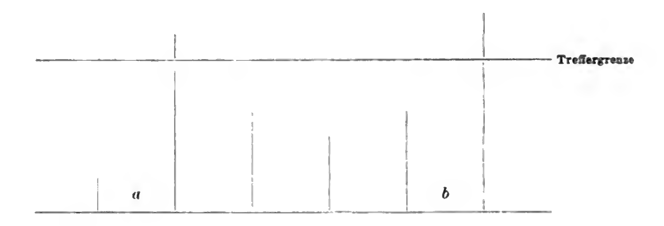
Was ferner die oben mitgeteilten Werte der Reproduktionszeiten für die verschiedenen Formen anbetrifft, so bieten dieselben wenig Interesse. Dafs diese Zahlen für Reihen, die 24 Stunden nach der letzten Lesung geprüft wurden, ziemlich grofs ausfallen mufsten, liefs sich wohl voraussehen. Andererseits ist aber durch diesen Umstand den variablen Fehlern ein so grofser Spielraum gelassen, dafs man bei der relativ geringen Zahl von Resultaten Differenzen im Sinne einer strengen Gesetzmäfsigkeit von vornherein nicht erwarten konnte. Nur die Differenz, welche zwischen der Zeit bei der Form (3,8) und der Zeit bei den übrigen Formen besteht, ist sicher nicht rein zufälliger Art und steht auch mit den anderen Resultaten, welche mittelst der Treffermethode hier gefunden worden sind, in Einklang. Dafs aber im allgemeinen die Differenzen der Reproduktionszeiten für die verschiedenen Formen nicht grofs ausfielen, erklärt sich leicht aus folgendem Umstande. Für die Gröfse der Reproduktionszeit sind in unseren Fällen zwei

einander entgegenwirkende Faktoren mafsgebend. Erstens hat sich nämlich bei anderen, im hiesigen Laboratorium ausgeführten Versuchen gezeigt, dafs, ceteris paribus, der gröfseren Trefferzahl die kürzere Reproduktionszeit entspricht; zweitens aber ist, wie sich bei denselben Versuchen gezeigt hat, innerhalb gewisser Grenzen, mit älteren Assoziationen, selbst bei gleicher Trefferzahl, die gröfsere Reproduktionszeit verbunden. In unseren Versuchen waren nun aber gerade die ältesten, nämlich die seit 12 Tagen gelesenen V''-Reihen zugleich die Reihen mit der gröfsten Anzahl von Treffern, so dafs sich die genannten Einflüsse ganz oder teilweise kompensieren mufsten.

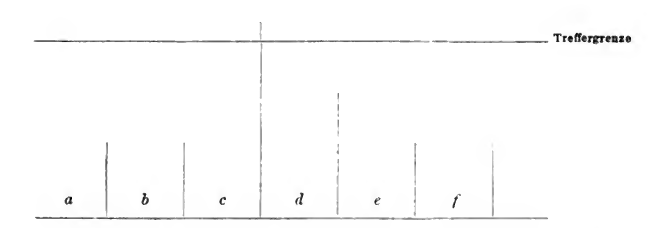
§ 6.

Im vorstehenden ist eine Möglichkeit, den Wert der verschiedenen unmittelbar aufeinander folgenden Wiederholungen einer Reihe gegeneinander zu bestimmen, noch nicht erwähnt worden. Bei unseren früheren Erwägungen trat uns vielfach die Frage entgegen, ob alle unmittelbar aufeinander folgenden Wiederholungen einer Reihe den gleichen Wert für Erlernen und Behalten der Reihe haben, ob also z. B. die fünfte Wiederholung für die Erlernung sozusagen den gleichen Beitrag liefere wie die erste Wiederholung. Man könnte nun fragen, warum wir es nicht versucht haben, den Wert der ersten Wiederholung mit dem der zweiten, diesen mit dem der dritten u. s. w. direkt zu vergleichen, und zwar etwa so, dafs z. B. die Trefferzahl einerseits für die erste und andererseits für die zweite Wiederholung bestimmt worden wäre. Sind dann T_1 und T_2 die bezüglichen Zahlen und bei weiterer Fortsetzung $T_3 \ldots\ldots T_n$ die Trefferzahlen bis zur $n$ten Wiederholung, so könnte man vielleicht auf den ersten Blick meinen z. B. in $T_2 - T_1$ ein Mafs für den Wert oder den Nutzeffekt der zweiten Wiederholung, in $T_n - T_{n-1}$ ein Mafs für den Wert der $n$ten Wiederholung vor sich zu haben. Doch zeigt bereits eine kurze Überlegung die Unrichtigkeit einer solchen Auffassung. Denken wir uns einmal zur gröfseren Anschaulichkeit die Stärkegrade der sechs einzelnen Assoziationen, welche im Trefferverfahren geprüft werden, als vertikale Strecken auf einer Geraden aufgetragen. Haben einzelne dieser Strecken eine gewisse Grenze überschritten, so stellen sie uns

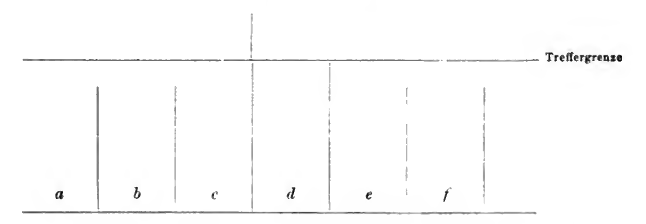
die Treffer der Reihe dar, wie etwa in der folgenden Zeichnung die Strecken *a* und *b*.



Die einzelnen Assoziationen sind in einer solchen Reihe natürlich nicht gleich stark, teils infolge der verschiedenen Schwierigkeit der Silben, teils infolge der ungleichmäſsigen Verteilung der Aufmerksamkeit. Denken wir uns nun auf die vorstehende Reihe noch eine weitere Wiederholung verwandt, so werden diese Höhen um ein gewisses Stück wachsen. Ob aber dieser Zuwachs durch die neue Wiederholung uns noch andere Glieder über die Treffergrenze bringt, das hängt nicht nur von der Summe der bereits früher vorhandenen Höhen und von dem Nutzeffekt der neuen Wiederholung ab, sondern auch von den Differenzen, welche zwischen den Höhen unmittelbar vor der neuen Wiederholung bestanden haben. Bei gleichem Durchschnittswert jener Höhen kann ein und derselbe Zuwachs, je nach der Art und Weise, wie die einzelnen Höhen von dem Durchschnittswerte abweichen, einen ganz verschiedenen Effekt hinsichtlich der Trefferzahl haben. Nun sind uns aber jene Abweichungen, und was noch wichtiger ist, die Assoziationen, die noch unter der Treffergrenze liegen, selbst im einzelnen Falle ihrer Stärke nach völlig unbekannt. Deshalb ist aber die Bestimmung des Nutzeffektes einer Wiederholung nach dieser Methode unausführbar. Zur Veranschaulichung der Fehlerhaftigkeit einer derartigen Methode möge folgendes Beispiel dienen. Wir betrachten eine Reihe nach einer bestimmten Zahl von Wiederholungen und versinnbilden uns ihre Assoziationen in ähnlicher Weise wie früher in folgender Zeichnung:



Die Reihe wurde nun noch einmal wiederholt und diese neue Wiederholung möge z. B. folgenden Effekt haben:



Die Höhen haben einen beträchtlichen Zuwachs erhalten. Trotzdem liefert die Reihe, wie wir sehen, in diesem Stadium nicht mehr Treffer, als vor der neuen Wiederholung. Wird die Reihe nun noch einmal gelesen, so genügt, wie wir an unserer Zeichnung sehen können, ein sehr geringer Zuwachs, um sofort alle fünf Assoziationen *a*, *b*, *d*, *e*, *f* über die Treffergrenze zu bringen. Diese zweite neue Wiederholung braucht also gar keinen grofsen Nutzeffekt zu haben, trotzdem sie die Trefferzahl plötzlich stark vergröfsert. Wir sehen aus einem solchen Beispiele, zu welch' falschen Konsequenzen die Anwendung der oben erwähnten Methode führen könnte.

Wir haben nun noch eine kürzlich von Smith[1] angewandte Methode zur Bestimmung des Wertes der verschiedenen Wiederholungen einer Reihe zu besprechen. Smith operierte ebenfalls mit Reihen von sinnlosen Silben, prüfte aber den Erfolg

---

[1] Siehe W. G. Smith, „The Place of Repetition in Memory". *Psych. Rev.* 1896.

der verschiedenen Lesungen in anderer Weise, als es hier geschehen ist. Er liefs die Versuchsperson die betreffende Reihe frei reproduzieren und alles niederschreiben, was sie von derselben noch wufste. Er prüfte nun die Reihen in verschiedenen Stadien des Erlernens, und zwar nach 1, 3, 6, 9 oder 12 Wiederholungen. In der Zahl der nach einer gewissen Zahl von Wiederholungen richtig reproduzierten Silben einer Reihe glaubt nun SMITH ein Mafs für den Wert der vorausgegangenen Wiederholungen gefunden zu haben. Es kehren jedoch gegenüber dieser Methode ganz dieselben Einwände wieder, die wir gegen das analoge Verfahren mit der Treffermethode erhoben hatten. Dieselbe Rolle, die eben dort die Assoziation spielte, spielt hier die Bereitschaft der einzelnen Silben selbst. Wenn etwa nach der ersten Lesung zwei Silben richtig reproduziert worden sind, so liegt doch die Wirkung der ersten Lesung nicht blofs in der Reproduktion dieser zwei Silben, sondern auch jedenfalls in einer gewissen Hebung der Bereitschaft der anderen Silben, also in einer Vorarbeit für die späteren Wiederholungen. Die Gröfse dieses letztgenannten Teiles der Gesamtwirkung aber können wir im einzelnen Falle gar nicht beurteilen.

Ebenso ist das Ersparnisverfahren nicht geeignet, uns in dieser Frage des Wiederholungswertes Aufschlufs zu geben. Wenn p Wiederholungen nach 24 Stunden eine Ersparnis von q Wiederholungen ergeben und $p + m$ eine solche von $q + n$ Wiederholungen, so kann man aus einem derartigen Ergebnisse auf den Wert der $p + 1$. bis $p + m$ten Wiederholungen keinen Schlufs ziehen, der uns irgendwie unserem Ziele näher brächte. Bei der Ersparnis bezw. der nötigen Wiederholungszahl am nächsten Tage, auf die diese Wertbestimmung gegründet werden müfste, kehrt eben einfach die Frage nach dem Wiederholungswerte bei den neuen Wiederholungen in derselben Form wieder wie beim ersten Lesen. Das Ersparnisverfahren ist also ebensowenig geeignet, uns eine Wertbestimmung der verschiedenen aufeinanderfolgenden Wiederholungen einer Reihe zu liefern, wie das Trefferverfahren. Die Versuche von EBBINGHAUS über „Das Behalten als Funktion der Anzahl der Wiederholungen“,[1] dürfen demnach unbeschadet ihres empirischen

[1] Siehe EBBINGHAUS S. 70 ff.

Wertes doch nie als eine Lösung der hier gestellten Aufgabe angesehen werden. Eine solche Lösung ist eben mit unseren derzeitigen Methoden der Assoziationspsychologie nicht zu erreichen.

§ 7.

Wir haben in den vorhergehenden Abschnitten gesehen, dafs das Überwiegen der *V*- über die *C*-Reihen eine eigenartige Gesetzmäfsigkeit ist, dafs bekannte Nebeneinflüsse, wie Ermüdung, Abnahme des Interesses u. dergl. m. nicht im stande sind, die Thatsachen vollständig zu erklären. Der Umstand, dafs wir bei so starker Herabsetzung der Kumulation, wie sie die letzten Versuchsreihen zeigen, das Überwiegen der ausgedehnteren Verteilung noch immer vorfinden, läfst die Vermutung aufkommen, dafs der Vorzug der ausgedehnteren Verteilung vor der Kumulation der Hauptsache nach nicht in der bei letzter stattfindenden Anhäufung von Wiederholungen seinen Grund hat. Es scheint, dafs wir nicht sowohl in der Kumulation ein besonders nachteiliges Moment zu suchen haben, als vielmehr in der Verteilung der Arbeit ein besonders günstiges. Was aber unterscheidet eigentlich die *V*- von den *C*-Reihen? In erster Linie jedenfalls das Alter der Assoziationen, und es ist naheliegend, daran zu denken, ob nicht vielleicht allgemein ältere Assoziationen, selbst bei gleicher Assoziationsstärke und sonst gleichen Bedingungen sich neuen Wiederholungen gegenüber wesentlich anders verhalten als jüngere Assoziationen.

Die Assoziationen in den *V*-Reihen waren nun, abgesehen von den ersten Wiederholungen, bei jeder neuen Wiederholung älter als die Assoziationen der Kumulationsreihen. Da ferner die Verteilungsreihen schliefslich einen höheren Stärkegrad ergaben als die Kumulationsreihen, so wählte ich als vorläufige Hypothese, welche zunächst ausreichend ist, die bisherigen Experimente zu erklären, folgenden Satz:

I. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung gröfseren Wert.

Ist dieser Satz richtig, so mufs er sich jedoch auch in ganz anderer Weise verifizieren lassen als in Experimenten über Verteilung und Kumulation. Es mufs sich nämlich dann ein

Fall konstatieren lassen, bei welchem Ersparnis- und Treffermethode einander widersprechende Resultate ergeben müssen, also sozusagen ein psychologisches Paradoxon. Die Treffermethode geht verhältnismäfsig direkt zu Werke, sie prüft einfach, was an Reproduktionstendenzen einer Reihe zu einer gewissen Zeit über eine gewisse Grenze hinausgeht. Das Ersparnisverfahren geht dagegen einen indirekten Weg, es prüft, wie viele neue Wiederholungen für eine Reihe nötig sind, um bis zu einer gewissen Stärke zu gelangen. Bei der Treffermethode kommen also nur die Stärkegrade der vorher gestifteten Assoziationen zur Geltung, bei der anderen Bestimmungsweise aber auch die Werte von Neuwiederholungen. Eine Verschiedenheit dieser letztgenannten Werte je nach dem Alter der Assoziationen, welche durch Neuwiederholungen aufgefrischt werden, behauptet aber gerade obiger Satz. Ist er richtig, so mufs nun folgender Versuch möglich sein. Wir lassen Reihen von bestimmter Art n_1 mal lesen und prüfen dann nach einer gewissen Zwischenzeit teils nach dem Ersparnis-, teils nach dem Trefferverfahren. Daneben lassen wir Reihen von gleicher Art n_2 mal lesen, wo n_2 kleiner als n_1 ist, und prüfen dieselben nach einer anderen, kürzeren Zwischenzeit t_2 gleichfalls zum Teil mittelst dieser, zum Teil mittelst jener der beiden Methoden. Es müssen sich nun die Werte von n_1, n_2, t_1, t_2 so wählen lassen, dafs die ersten Reihen (mit der längeren Zwischenzeit t_1) bei Anwendung des Ersparnisverfahrens ein günstigeres, mittelst der Treffermethode dagegen ein ungünstigeres Resultat ergeben als die zweiten Reihen. Die betreffende Versuchsperson weifs dann von der einen Art von Reihen nur wenig, braucht aber nur wenig Wiederholungen, um sie vollständig zu erlernen, von der anderen Art von Reihen weifs sie relativ viel, braucht aber noch viel Wiederholungen, um sie zu lernen.

Versuchsreihe VII.

Zweck dieser Versuchsreihe war es, die eben aus theoretischen Betrachtungen gewonnene Idee zu prüfen. Versuchsperson war Herr Dr. phil. A. Pilzecker. Die Versuchsreihe dauerte vom 14. Januar bis zum 10. Februar 1896 und umfafste 21 Versuchstage. Die Versuche begannen jeden Tag um etwa $6^1/_2$ Uhr abends und beanspruchten gewöhnlich etwa 50 Minuten. Die Anordnung der Reihen war folgende.

I. Tag:

R_1 (10) R_2 (10) R_1 (10) R_2 (10) R_1 (10) R_2 (10).

II. Tag:

R_1 (E) R_2 (T) R_3 (4) R_3 (E) R_4 (4) R_4 (T).

R_1 R_1 (Lesung wie bei R_1 R_2 am vorigen Tage).

III. Tag:

R_1 (E) R_2 (T) R_3 (4) R_3 (T) R_4 (4) R_4 (E).

R_1 R_1 (Lesung wie früher).

IV. Tag:

R_1 (T) R_2 (E) R_3 (4) R_3 (E) R_4 (4) R_4 (T)

R_1 R_2 (Lesung).

V. Tag:

R_1 (T) R_2 (E) R_3 (4) R_3 (T) R_4 (4) R_4 (E)

R_1 R_2 (Lesung).

VI. Tag:

R_1 (E) R_2 (T) R_3 (4) R_3 (E) R_4 (4) R_4 (T)

R_1 R_2 (Lesung).

Der Gang der Versuche war also im wesentlichen folgender: Zwei Reihen, R_1 und R_2, waren an einem Tage je 30 mal wiederholt worden in der Weise, wie es das Schema des ersten Tages ausführlich zeigt. Nach 24 Stunden wurde die eine Reihe mit dem Ersparnisverfahren (E), die andere mit dem Trefferverfahren geprüft. Dann wurde eine neue Reihe 4 mal gelesen und nach einer Minute mit einer der beiden Methoden geprüft. Dann kam die zweite neue Reihe mit ebenfalls vier Lesungen und wurde nach einer Minute mit der anderen Methode geprüft.[1] Am Schlusse des Versuchstages las die Versuchsperson wieder zwei Reihen (R_1 R_2) je 30 mal, die dann am nächsten Tage als Reihen R_1 und R_2 geprüft wurden. Natürlich fand im Verlaufe der Versuchstage, wie obiges Schema zeigt, überall der nötige Zeitlagenwechsel statt. Der Gedanke liegt nahe, dafs die Zahl der Resultate durch eine kleine Änderung der Versuchsweise hätte verdoppelt werden können.

Man könnte ja jede alte und jede junge Reihe nach beiden Methoden untersuchen, also zuerst für jede die zugehörige Trefferzahl bestimmen und gleich darauf die Reihe lernen

---

[1] Die Reihen R_1 und R_2 und solche, welche bei weiteren Versuchen eine analoge Rolle spielen, werde ich immer der Kürze halber als alte Reihe, und entsprechend die Reihen R_3 und R_4 und solche, die ihnen weiterhin analog sind, als junge Reihen bezeichnen.

lassen. Die scheinbar irreguläre teilweise Auffrischung der Reihe durch das Trefferverfahren selbst würde voraussichtlich dem Gesamtresultat nicht schaden. Sind natürlich die Wiederholungszahlen zweckentsprechend gewählt, so müssen ja die Trefferzahlen der jungen Reihen durchschnittlich gröfser sein als die der alten. In diesem Falle wirkt aber natürlich die Auffrischung durch die Prüfung in erster Linie für das Erlernen der jungen Reihen günstig. Würden dann trotzdem die alten Reihen schneller erlernt werden, wie wir es vom Standpunkte unserer Hypothese aus ja erwarten müfsten, so hätten unsere Resultate nur umso gröfseres Gewicht. Doch giebt es leider einen anderen stichhaltigen Grund, von der hier angedeuteten Versuchsweise abzusehen, und das ist der rasche Abfall junger Reihen[1] in kurzer Zeit. Da das Trefferverfahren für eine Reihe doch etwa 3 Minuten beansprucht, so würde die junge Reihe bei der Prüfung durch das Ersparnisverfahren bereits in einem viel weiteren Stadium des Vergessens sein als bei der Prüfung nach der Treffermethode. Wie weit aber vielleicht die mit dem Trefferverfahren verbundene Auffrischung den Einflufs des Vergessens kompensieren würde, können wir nicht beurteilen.

Aus diesem Grunde ist es unmöglich, die Zahl der Resultate in der angedeuteten Weise zu vermehren. Sonst ist über die äufsere Anordnung der Versuche wenig zu sagen. Die Pausen zwischen den Reihen waren im allgemeinen gleich 2 Minuten, nur nach Lesung der Reihen mit vier Wiederholungen war, wie schon erwähnt, eine Pause von einer Minute, und vor der Lesung von R_1 R_2 liefs ich die Versuchsperson 5 Minuten ruhen. Schon in den ersten Tagen der Versuchsreihe merkte die Versuchsperson, die den Zweck der Experimente nicht kannte, die grofse Verschiedenheit des Verhaltens der alten und jungen Reihen gegenüber den beiden Methoden und gab ihre diesbezügliche Beobachtung zu Protokoll. Seitdem hatte dieselbe natürlich eine Ahnung von dem Ziele der Versuche, doch zeigt dieser Umstand gerade, wie grofs die Differenzen waren.

Von den alten und von den jungen Reihen wurden im ganzen je 20 nach dem Ersparnisverfahren und ebenso 20 andere nach dem Trefferverfahren geprüft. Die Resultate sind in

[1] Siehe hierzu S. 467 ff.

folgender Tabelle enthalten, in welcher T. die durchschnittlich auf eine Reihe entfallende Zahl von Treffern und W. die für das Erlernen einer Reihe durchschnittlich nötige Wiederholungszahl bedeutet (m. Z. bedeutet wie früher die durchschnittliche Reproduktionszeit für die Treffer).

Alte Reihen			Junge Reihen		
T.	m. Z.	W.	T.	m. Z.	W.
0.9	4503	5.85	2.7	1725	9.6

Die Resultate sind eine vollständige Bestätigung unseres obigen Satzes über die Bedeutung des Alters einer Assoziation. Die Zahlen für die Treffer[1] beweisen, dafs die mittlere Assoziationsstärke der jungen Reihen zur Zeit der Prüfung eine viel gröfsere war als die der alten. Trotzdem wurden durch dieselbe Gesetzmäfsigkeit, die früher den Vorteil der *V*-Reihen verursacht hatte, die alten Reihen nach viel geringerer Wiederholungszahl gelernt als die neuen. Der Umstand, dafs jene Gesetzmäfsigkeit hier noch deutlicher zu Tage tritt als in den Versuchen mit den *V*- und *C*-Reihen, erklärt sich in erster Linie wohl daraus, dafs bei der letzten Anordnung der Einflufs des Vergessens nicht wie früher als ein Faktor in Betracht kommt, der dem Hervortreten jener Gestzmäfsigkeit entgegenwirkt, wie überhaupt unsere letzte Versuchsreihe den hier untersuchten Einflufs am reinsten zur Darstellung bringt.

Die Bedeutung dieser Versuche liegt also:

1. in der Verifizierung unserer obigen Hypothese;

2. in der Darstellung der unseren Resultaten zu Grunde liegenden Gesetzmäfsigkeit in einer von den früheren durchaus verschiedenen und von Nebeneinflüssen freieren Form;

3. darin, dafs wir hier zwei voneinander durchaus verschiedene Bethätigungsweisen des Gedächtnisses kennen gelernt haben. Man kann, wie wir gesehen haben, von einem bestimmten Stoffe relativ sehr viel noch wissen, aber trotzdem

[1] Auf dasselbe weisen auch die Werte von m. Z. hin, doch ist bei denselben natürlich auch der früher erwähnte Einflufs des Alters auf die Reproduktionszeit im Spiele.

noch ziemlich viel Wiederholungen brauchen, bis man denselben wieder vollständig eingeprägt hat. Andererseits giebt es Fälle, in welchen wir von irgend einer Sache nur noch sehr wenig wissen, dessen ungeachtet aber eine bedeutend kürzere Zeit zur Wiedererlernung nötig haben als im ersten Falle.

Zur weiteren Bestätigung der obigen Resultate habe ich noch eine Versuchsreihe durchgeführt, welche, abgesehen von einigen äufserlichen Änderungen der Versuchsanordnung, der Versuchreihe VII hinsichtlich des Schemas vollständig gleich war.

Versuchsreihe VIII.

Die Experimente wurden mit Herrn cand. math. Auhenn als Versuchsperson am 22. April 1896 begonnen und am 16. Mai geschlossen. Die Versuchsreihe umfafste 20 Versuchstage. An jedem Tage wurden die Versuche circa um 5¹/₄ Uhr abends begonnen und beanspruchten gewöhnlich 50 Minuten. Was die äufsere Anordnung betrifft, so war dieselbe, wie schon bemerkt, wenig verschieden von der in Versuchsreihe VII angewandten. Nur die Differenz der Wiederholungszahlen der alten und jungen Reihen machte ich hier bedeutend kleiner. Ich liefs die alten Reihen nur 20 mal, und zwar auf einmal, und die jungen Reihen 6 mal lesen. Ferner war die Pause nach Beendigung der Lesung einer jungen Reihe hier gleich 30 Sekunden. Die Zahl der Resultate ist dieselbe wie in Versuchsreihe VII.

Alte Reihen		Junge Reihen	
T.[1]	W.	T.	W.
0.2	13.6	2.1	17.85

Diese Zahlen sind wieder eine vollständige Bestätigung der Resultate aus Versuchsreihe VII. Trotzdem die Differenz der Wiederholungszahlen fast auf die Hälfte reduziert worden war und die alten Reihen infolge dieses Umstandes und wegen des schlechten Gedächtnisses der Versuchsperson in der Regel nach 20 Lesungen noch nicht erlernt waren, so sehen wir doch

[1] Von den alten Reihen erhielt ich überhaupt nur 4 Treffer, weshalb auch die Zahlen für m. Z. hier als überflüssig weggelassen sind.

unsere Gesetzmäfsigkeit in derselben Stärke wie in Versuchsreihe VII wiederkehren.

Ich habe hier nun noch einen im wesentlichen wohl nur formellen Einwand zu berücksichtigen, der gegen unsere Resultate erhoben werden kann. Man könnte meinen, die alten Reihen unterschieden sich von den jungen zur Zeit der Prüfung auch durch die Art der Verteilung der Aufmerksamkeit. Durch 30 Wiederholungen, wie z. B. in Versuchsreihe VII, wird je eine Reihe über die zur Erlernung nötige Stärke hinaus wiederholt. Infolge dessen ist es wahrscheinlich, dafs die Assoziationen der Reihe allmählich in ihrer Stärke einander näher kommen, dafs also die Differenzen zwischen den einzelnen Assoziationsstärken kleiner werden. Man kann nun annehmen, dafs auch am nächsten Tage die Assoziationen der 30 mal gelesenen alten Reihen noch immer gleichmäfsiger sind als die der jungen.

Dieser Faktor könnte nun aber ebenfalls im Sinne unser obigen Differenzen wirken, da das Trefferverfahren innerhalb gewisser Grenzen den Reihen mit ungleichmäfsigeren Assoziationsstärken, das Ersparnisverfahren dagegen den Reihen mit gleichmäfsigeren Assoziationsstärken günstiger ist. Bedenkt man freilich, dafs andererseits auch der Abfall der Assoziationen der alten Reihen in den 24 Stunden wahrscheinlich nicht ganz gleichmäfsig vor sich ging, so wird man kaum geneigt sein. unsere grofsen Differenzen nur als eine Folge dieses Einflusses anzusehen. Trotzdem versuchte ich zuerst, auch diese Fehlerquelle vollständig zu eliminieren. Da dieselbe nämlich auf dem grofsen Unterschied der Wiederholungszahlen für die alten und für die jungen Reihen beruht, so ersetzte ich die grofse Wiederholungszahl der alten Reihen durch die Verteilung einer geringen Anzahl von Wiederholungen auf mehrere Tage. Es wurden zwei Versuchsreihen mit den Herren Dr. Pilzecker und cand. phys. Berkenbusch angestellt. Die Anordnung in den beiden Versuchsreihen war folgende. Die alten[1] Reihen wurden in der Weise mit Verteilung der Wiederholungszahlen gelesen, dafs in der Versuchsreihe mit P. jede alte Reihe an drei Tagen je einmal, in der Versuchsreihe mit B. an den ersten beiden Tagen je zweimal und am dritten Tage einmal gelesen wurde. Die letzte Lesung fand an demselben Tage statt, an welchem die jungen Reihen gelesen und alle Reihen geprüft wurden. Die Wiederholungszahl für die jungen Reihen war bei P. gleich 4, bei B. gleich 5. Ich brach jedoch nach einiger Zeit diese beiden Versuchsreihen wieder ab, da sie nur sehr variable und in jeder Hinsicht unsichere Resultate lieferten. Der Grund hiervon mag zum Teil wohl darin liegen, dafs die letzte Lesung der alten Reihen vor der Lesung der jungen Reihen keinen Altersvorzug mehr hatte und infolge dessen die früher beobachteten Differenzen zwischen den Resultaten der Ersparnis- und Treffermethode nicht in genügendem Mafse hervortreten konnten. Trotzdem scheint mir aber unsere frühere Deutung dieser Differenzen noch immer durchaus haltbar zu sein, insbesondere im Hinblick auf die Resultate von Ver-

[1] Siehe Anmerkung auf S. 461.

suchsreihe VIII. Dort war ja gerade die Differenz der Wiederholungszahlen für alte und junge Reihen eine bedeutend kleinere als in Versuchsreihe VII, dessenungeachtet traten aber die bezüglichen Resultate in beiden Versuchsreihen in gleicher Stärke auf.

§ 8.

Da nach dem Vorhergegangenen die Richtigkeit des S. 459 aufgestellten Satzes über die Bedeutung des Alters der Assoziationen sichergestellt zu sein scheint, so ist es natürlich interessant, nachzusehen, ob nicht auch andere Erscheinungen auf diesem Gebiete als Funktionen des Alters einer Vorstellungsreihe aufzufassen sind. In der That giebt es einige Experimente von Ebbinghaus,[1] aus deren Ergebnissen man einen zweiten Satz über den Einfluſs des Alters der Assoziationen ableiten kann. Ebbinghaus lieſs an einem Tage eine Anzahl von Reihen bis zur Erlernung wiederholen und an den nächsten fünf Tagen immer wieder erlernen, um die successive Arbeitsersparnis zu berechnen. Seine Resultate für zwölfsilbige Reihen sind folgende:

I. Tag	II. Tag	III. Tag	IV. Tag	V. Tag	VI. Tag
16.5	11.0	7.5	5.0	3.0	2.5

Die Zahlen stellen uns die für die Erlernung durchschnittlich nötigen Wiederholungszahlen an jedem der sechs Tage dar. Machen wir nun die gewiſs zulässige Voraussetzung, daſs eine solche Reihe an den verschiedenen Tagen, an welchen sie immer wieder gelernt worden war, nach der letzten zur Erlernung nötigen Wiederholung immer die gleiche mittlere Assoziationsstärke hatte, so erhebt sich die Frage, warum die Arbeitsersparnisse vom zweiten bis sechsten Tage immer mehr zunehmen. Man könnte nun zunächst meinen, diese Resultate von Ebbinghaus einfach darauf zurückführen zu können, daſs im Sinne des von uns aufgestellten Satzes ein und dieselbe Anzahl von Wiederholungen eine umso gröſsere Verstärkung einer gegebenen Reihe von Assoziationen bewirke, je älter diese Assoziationen bereits seien. Die mittlere Assoziationsstärke der obigen Reihen ist ja am Ende jedes Tages die gleiche, ihr Alter aber und

[1] Siehe Ebbinghaus S. 110 ff.

nach unserem Satze der damit zusammenhängende Wert jeder neuen Wiederholung wächst von Tag zu Tag. Auf diese Weise könnte man die von EBBINGHAUS beobachtete Erscheinung auf eine uns bereits bekannte Gesetzmäſsigkeit zurückführen. Trotzdem scheint mir dies nicht genügend zu sein, die vorliegenden Thatsachen vollständig zu erklären. Lassen wir nämlich eine Reihe so lange immer wieder erlernen, bis, was wir schlieſslich wohl immer erreichen können,[1] 24 Stunden nach der letzten Lesung gar keine neue Wiederholung mehr nötig ist, um die Reihe auswendig herzusagen, so versagt unsere eben gegebene Erklärung.

Man könnte gegen die Widerlegung dieser Erklärung noch einen Einwand erheben. Wenn nämlich eine Reihe gelernt wird, so werden die Assoziationen im allgemeinen ein wenig fester werden, als zum Hersagen unbedingt erforderlich ist. Man könnte nun sagen, daſs bei Versuchen der hier in Rede stehenden Art dieser Überschuſs an den letzten Lesungen wegen des hohen Wertes der neuen Wiederholungen für die Reihe so bedeutend sei, daſs dieselbe aus diesem Grunde am nächsten Tage noch frei hergesagt werden kann. Doch ist nach allem, was wir bisher von dem erwähnten Alterseinfluſs wissen, derselbe doch nicht so groſs, als daſs etwa 0.9 Wiederholungen (denn dieser Überschuſs muſs ja im allgemeinen kleiner sein als eine ganze Wiederholung) den Einfluſs des Vergessens von 24 Stunden vollständig kompensieren könnten.

Nachdem wir die obige Deutung der EBBINGHAUSschen Experimente abgelehnt haben, scheint mir der Grund der erwähnten Resultate in einem anderen Einfluſs des Alters zu liegen, der seinen Ausdruck in folgendem Satze findet:

II. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab.

Dieser Satz könnte auch einer direkten experimentellen Prüfung unterzogen werden, und zwar in folgender Weise.

Es werden zwei Reihen je m mal gelesen und die eine wird etwa nach 1 Stunde, die andere nach 25 Stunden mit dem Trefferverfahren geprüft. Dann werden zwei andere Reihen je n mal gelesen und die eine nach etwa 10 Minuten, die andere nach 24 Stunden + 10 Minuten geprüft. Durch geeignete Wahl der Zahlen m und n lieſse es sich nun jedenfalls erreichen, daſs die n mal gelesene und nach 10 Minuten geprüfte Reihe

[1] Dieser Versuch ist auch von EBBINGHAUS mit sinnvollem Material durchgeführt worden.

eine etwas, aber nicht sehr viel höhere Zahl von Treffern aufwiese als die *m* mal gelesene und nach 1 Stunde + 10 Minuten geprüfte Reihe. Zeigt es sich dann, dafs umgekehrt die nach 25 Stunden geprüfte *m* mal gelesene Reihe mehr Treffer hätte, als die nach 24 Stunden + 10 Minuten geprüfte *n* mal gelesene, so wäre damit unser zweiter Satz über den Einflufs des Alters der Assoziationen bewiesen. Die Prüfung müfste durchaus nach dem Trefferverfahren erfolgen, da bei Anwendung des Ersparnisverfahrens beide Alterseinflüsse eine Rolle spielen würden.

In der eben angedeuteten Versuchsanordnung käme der oben aufgestellte Satz in der einfachsten Form zur Geltung Komplizierter ist die Sache, wenn (was auch bei den Ebbinghausschen Experimenten, von welchen wir ausgegangen sind, der Fall ist) bei einer Reihe nicht alle auf sie verwandten Wiederholungen auf einen Zeitpunkt fallen, sondern etwa auf verschiedene Tage verteilt sind. Wird etwa eine Reihe an drei Tagen je *p* mal wiederholt und fallen die letzten *p* Wiederholungen zeitlich nahezu zusammen mit *q* Wiederholungen einer ganz neuen Reihe, so kann man die Frage erheben, ob auch jetzt noch bei gleicher mittlerer Assoziationsstärke der beiden Reihen die Assoziationen der älteren Reihe langsamer abfallen werden als die der jüngeren. (Thatsächlich ist ein ähnlicher Fall bei den Ebbinghausschen Experimenten verwirklicht, denn dort ist die Reihe, obwohl sie jeden Tag älter wird, doch auch jeden Tag durch die gleiche Zeit von ihrer jüngsten Lesung getrennt.) Die direkte experimentelle Prüfung, ob unser zweiter Satz auch in diesem Falle gilt, wäre ebenfalls leicht zu bewerkstelligen. Wir nehmen eine Reihe mit je *p* Wiederholungen an drei Tagen und prüfen dieselbe etwa zwei Minuten nach der letzten Lesung. Ferner wird eine Reihe mit unmittelbar aufeinanderfolgenden Wiederholungen ebenfalls nach zwei Minuten geprüft. Die Wiederholungszahlen sind so zu wählen, dafs die Reihe mit *q* Wiederholungen eine etwas, aber nicht viel höhere Trefferzahl ergiebt als die erstgenannte Reihe. Dann werden zwei andere Reihen, die in ganz gleicher Weise gelesen worden sind wie die beiden ersten, 24 Stunden nach der letzten Lesung geprüft. Ergiebt nun in diesem Falle umgekehrt die Reihe mit je *p* Wiederholungen an drei Tagen eine höhere Trefferzahl als die Reihe mit *q* Wiederholungen, so ist unser zweiter

Satz über den Einfluſs des Alters der Assoziationen auch für den komplizierten Fall bewiesen.

§ 9.
Versuchsreihe IX.

Zweck dieser Versuchsreihe war es, die Gesetzmäſsigkeit, welche in Satz I ihren Ausdruck findet, noch in einer dritten Form darzustellen, nämlich durch direktes Lernen nach verschiedenen Verteilungsformen. Die Fragestellung war also nicht die, welche Form nach einem gewissen, seit der letzten Lesung verflossenen Zeitintervall sich als die günstigste bei der Prüfung herausstelle, sondern die, nach welcher Art zu lernen, man mit dem geringsten Aufwand an Wiederholungen ans Ziel komme. Prinzipiell unterscheidet sich die jetzige Anordnung z. B. von der in den Versuchsreihen IV, V und VI angewandten dadurch, daſs in der letzten nicht nur der erste Alterseinfluſs zur Geltung kommt, sondern auch der zweite in erheblichem Maſse an dem Resultate mitwirkt, während die Bedeutung des zweiten Einflusses nicht in demselben Maſse zur Geltung kommt. In dieser Versuchsreihe war ich selbst Versuchsperson. Meine Kollegin Fräulein L. Martin hatte die Freundlichkeit, die Versuche zu leiten. Dieselben erstreckten sich auf 31 Versuchstage und dauerten vom 16. April bis 17. Mai 1896. Die Versuche wurden gewöhnlich um 3¼ Uhr nachmittags begonnen und beanspruchten etwa 20 Minuten. Die Anordnung der Reihen war folgende:

I. Tag:

R_1 (4) R_1' (2) R_2 (4) R_2' (2) R_3 (4) R_3' (2) R_4 (4) R_4' (2) R_5 (4) R_5' (2) R_6 (4) R_6' (2).

II. Tag:

R_6' (2) R_6 (4) . . . . R_1' (2) R_1 (4).

⋮

Es wurden also einfach Reihen mit je vier Wiederholungen an einem Tage hinsichtlich der Schnelligkeit des Lernens mit solchen verglichen, die nur je zwei Wiederholungen an einem Tage hatten. Die Pause zwischen den einzelnen Reihen betrug eine Minute. Als ich später bemerkte, daſs die Reihen mit vier Wiederholungen in weniger Tagen erlernt wurden als die

mit zwei Wiederholungen, ersetzte ich später einzelne Reihen der ersten Art, nachdem sie gelernt worden waren, durch Reihen zweiter Art. Dadurch kam allerdings eine kleine Irregularität in den Zeitlagenwechsel, doch glaubte ich diese Fehler im Hinblick auf die geringe Gesamtzahl der Wiederholungen eines Tages vernachlässigen zu dürfen. Während dieser 31 Tage lernte ich nun 24 Reihen jeder Art.[1] Es folgen nun die für die Erlernung durchschnittlich nötigen Wiederholungszahlen.

R	*R'*
w.	*w.*
18.5	17.9.

Wir sehen ein geringes Übergewicht für die Reihen mit zwei Wiederholungen. Dies genügt zwar für den Nachweis, dafs auch bei diesen geringen Wiederholungszahlen der Verteilungseinflufs wirksam ist, es genügt aber nicht, um mit Sicherheit sagen zu können, dafs auch hier die ausgiebigste Verteilung ein Arbeitsminimum ergiebt. Der Grund, warum die Differenz hier eine verhältnismäfsig geringe ist, dürfte in zwei Umständen zu suchen sein. Erstens mag hier überhaupt die Gesamtzahl der Wiederholungen eine zu kleine gewesen sein, um bei direktem Lernen den Einflufs der gröfsten Verteilung so recht zur Geltung zu bringen. Zweitens aber habe ich als Versuchsperson selbst beobachtet, dafs es bei noch so guter Vorbereitung durch frühere Wiederholungen aufserordentlich schwierig ist, die Reihe nach der ersten Wiederholung in dem vorgeschriebenen raschen Tempo frei herzusagen. Man mufs sich beim Lernen doch erst durch zwei bis drei Wiederholungen in die betreffende Silbenfolge mit der Aufmerksamkeit sozusagen wieder hineinfinden. Ich denke mir deshalb die Anordnung künftiger Versuche dieser Art so, dafs zwar in den vorbereitenden Tagen die Zahl der Wiederholungen für die verschiedenen Verteilungsformen verschieden ist, dafs aber an den letzten Tagen die Zahl der Wiederholungen für alle Formen die gleiche ist und jedenfalls gröfser als zwei.

Als bemerkenswert hebe ich noch folgendes hervor.

Ich lerne, wie ich aus anderen Versuchsreihen weifs, eine

---

[1] Ein Resultat der *R'*-Reihen mufste gestrichen werden, so dafs das angegebene Resultat der Mittelwert aus 23 Reihen ist.

zwölfsilbige Reihe nach etwa sieben bis neun unmittelbar aufeinanderfolgenden Wiederholungen. Das eigentliche Arbeitsminimum läge also in diesem Falle wohl bei der absoluten Kumulierung der Reihe. Andererseits sehen wir aber auch bei der Verteilungsform von zwei Wiederholungen auf einen Tag ein relatives Minimum gegenüber den mittleren Arten der Verteilung. Ich vermute deshalb, daſs bei geringer Gesamtzahl der (unmittelbar aufeinanderfolgenden) Wiederholungen, die für das Erlernen nötig sind, die Kumulierung für direktes Erlernen das Arbeitsminimum ergiebt, während bei mittlerer Gesamtzahl der Wiederholungen zwei Minima, eines bei der Kumulierung und eines bei der ausgedehntesten Verteilung zu finden sein werden, und daſs endlich bei noch gröſserer Wiederholungszahl die ausgedehnteste Verteilung das Minimum darstellt. Die experimentelle Prüfung dieser Vermutung wäre durch Anwendung von Reihen verschiedener Länge leicht herbeizuführen.

An Selbstbeobachtungen während dieser Versuchsreihe habe ich nur anzuführen, daſs ich die durch die Wiederholungen der vorhergehenden Tage bewirkte Steigerung des Wertes der neuen Wiederholungen sozusagen plötzlich, z. B. etwa am neunten Tage, spürte, nicht aber kontinuierlich wachsend von Anfang an.

Zum Schlusse bemerke ich noch, daſs diese Versuchsreihe und Versuchsreihe III die einzigen waren, bei welchen mit wissentlichem Verfahren gearbeitet wurde.

Schluſs.

Fassen wir nun kurz unsere Resultate zusammen, so haben wir

1. in methodologischer Hinsicht folgende Ergebnisse zu verzeichnen: Nur das Trefferverfahren liefert eine direkte Bestimmung der Reproduktionstendenzen einer Reihe, während beim Ersparnisverfahren zwei Faktoren eine Rolle spielen, erstens die mittlere Assoziationsstärke, zweitens aber auch der jeweilige Neuwert der Wiederholungen. Daraus folgt zunächst, daſs bei der Untersuchung von Reihen verschiedenen Alters Ersparnisverfahren und Trefferverfahren nie permiscue angewandt werden dürfen, und vor allem, daſs der Einfluſs der Zeit auf das Abklingen der Reproduktionstendenzen eine eindeutige Untersuchung nur durch das Trefferverfahren zuläſst;

2. in sachlicher Hinsicht sind wir zur Aufstellung folgender beiden Sätze gelangt:

I. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung gröſseren Wert.

II. Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab.

Die Wirkung des ersten Gesetzes konnten wir nachweisen: 1. in der günstigen Wirkung der ausgedehnten Verteilung gegenüber der Kumulierung; 2. in den verschiedenartigen Resultaten des Treffer- und Ersparnisverfahrens in den Versuchsreihen VI und VII.

Die Wirkung des zweiten Gesetzes konnten wir in den Versuchen von Ebbinghaus über wiederholtes Erlernen nachweisen, und auſserdem fanden wir noch eine andere Möglichkeit, dieses zweite Gesetz sozusagen direkt zur Darstellung zu bringen.

3. In Hinsicht auf die Praxis erkannten wir vor allem die groſse, biologisch durchaus begründete Bedeutung der ausgedehnten Verteilung von Wiederholungen. Haben wir z. B. einen gedachten Stoff uns auf längere Zeit fest einzuprägen, so ist es, falls sich unsere Resultate auch bei weiterer Modifikation des Verfahrens und Materials bestätigen, unökonomisch, die Sache Stück für Stück zu lernen, sondern es ist zweckmäſsig, den ganzen Stoff möglichst gleichmäſsig im Gedächtnis fest werden zu lassen, also die Wiederholungen eines einzelnen Teiles ausgiebig zu verteilen. Es liegt nahe, daran zu denken, daſs durch eingehende derartige Untersuchungen ein fester Boden für eine wissenschaftlich besser begründete Mnemotechnik geschaffen werden kann, als es die heutige ist. Jedenfalls liegt hier ein reiches Feld für praktische Anwendungen der experimentellen Psychologie vor uns.

Ich ergreife am Schlusse dieser Arbeit noch die Gelegenheit, Herrn Professor G. E. Müller, der mir das Thema meiner Arbeit vorgeschlagen hat, für die vielfache Anregung und Förderung, die er derselben hat angedeihen lassen, meinen wärmsten Dank auszusprechen. Ferner danke ich an dieser Stelle Fräulein L. Martin für die gütige Leitung von Versuchsreihe VIII, sowie allen Herren, welche so freundlich waren, als Versuchspersonen mitzuwirken, auf das herzlichste.

Litteraturbericht.

Max Dessoir. **Geschichte der Psychologie.** Separatdruck aus Reins *Encyklopäd. Handb. d. Pädagogik.* Langensalza, Hermann Beyer und Söhne. 1896. 24 S.

Es ist keine leichte Aufgabe, auf 1½ Druckbogen — und die räumliche Beschränkung war durch den encyklopädischen Zweck geboten — den gesamten Entwickelungsgang der wissenschaftlichen Psychologie zu entwerfen; doch ist sie dem Verfasser, der überhaupt in der Schöpfung derartiger kondensierter Übersichten eine glückliche Hand hat, ausnehmend gelungen. Freilich, es ist eine Arbeit nicht für Anfänger, sondern nur für Kenner; aber gerade diese werden es Dessoir danken, dafs er es ihnen ermöglicht, in einem Stündchen das Werden und Wachsen jenes Wissenszweiges gleich einer Wandeldekoration an ihrem geistigen Auge vorüberziehen zu lassen, und so eine klare Anschauung von manchen Zusammenhängen zu gewinnen, die man sich sonst aus den ausführlichen philosophiegeschichtlichen Darstellungen mühselig herauskonstruieren mufste. Fast nichts Wichtiges ist ausgelassen, das Wesentliche mit sicherem Blick fast immer herausgehoben und durch eine Verbindung von Präzision und Prägnanz im Ausdruck in wenigen Sätzen, oft durch ein einziges passendes Epitheton mehr geleistet, als vielleicht lange Ausführungen es gethan hätten. Allerdings setzt, wie schon bemerkt, ein derartiges andeutendes Verfahren schon einigermafsen geschulte „Apperzeptionsorgane“ beim Leser voraus.

Die Darstellung zerfällt in neun Abschnitte, von denen einer auf die Antike, zwei auf das Mittelalter, zwei auf die Zeit von der Renaissance bis Kant und die übrigen auf unser Jahrhundert entfallen. Recht geschickt und dankenswert ist der Nachweis der verschiedenen psychologischen Gedankenentwickelungen, welche im Mittelalter unter der Oberfläche scholastischer Metaphysik sich abspielen. Bei der Erwähnung Descartes' (Abschnitt 4) ist der Satz „an der Maschine des Leibes wird nichts geändert, wenn die denkende Seele hinzutritt“ mifsverständlich; der influxus physicus sollte doch die Richtungen der Körperbewegungen zu modifizieren im stande sein. In dem Abschnitt „Assoziations- und Vermögenspsychologie“ vermifst man Lockes und Leibniz' Stellungnahme zur Frage des Angeboren-seins, also dort die tabula rasa, hier den Begriff der Angelegtheit (intellectus ipse), ferner bei Leibniz die so wichtige Auffassung der Vorstellungen als „Acte“. Dagegen ist die

Darstellung der KANTischen sowie der folgenden spekulativen Psychologie wohl gelungen. In den schwierigsten, die letzten Jahrzehnte (von HERBART-BENEKE bis auf die Gegenwart) behandelnden Teilen sind die mannigfaltigen Strömungen in ihrer Bedeutung, ihrem Werte, ihrem Ineinandergreifen treffend und, was besonders hervorzuheben, mit völliger Objektivität charakterisiert; auch das Ausland kommt zu seinem Rechte.

Das Werkchen ist — womit übrigens kein Tadel ausgesprochen sein soll — mehr eine Geschichte der psychologischen Systeme, als eine solche der psychologischen Forschung; bei der gebotenen Gedrängtheit der Darstellung war Verfasser natürlich nicht in der Lage, Rücksicht zu nehmen auf die zahlreichen, oft höchst wertvollen Beiträge zu psychologischen Teilgebieten, die sich in anders tendenzierten Untersuchungen, namentlich staats-, sprach-, religionsphilosophischen, ethischen und ästhetischen finden. Die wesentlichsten Beiträge von der medizinischen Seite her sind zur Besprechung gekommen. W. STERN (Breslau).

FÉRÉ. **La main, la préhension et le toucher.** *Rev. philos.* Bd. 41. S. 621 bis 636. 1896. No. 6.

Die Morphologie der oberen Extremität steht in Beziehungen zu den geistigen Leistungen des Individuums. Teils stellen sich grofse individuelle Differenzen heraus, die mit den geistigen Fähigkeiten des Individuums im Zusammenhang stehen, teils zeigen die morphologischen Bildungen, besonders der Hand, im allgemeinen bestimmte Anpassungen zu dem Gebrauche derselben als Sinnesorgan. Die Rotationsfähigkeit des Vorderarms beträgt bei den Affen 90—140°/₀, beim Menschen 180°/₀, wobei grofse Abweichungen vorhanden sind: bei Idioten ist sie gleich Null, bei Epileptikern und Hysterikern gering, bei geistig begabten Menschen am gröfsten. Ebenso zeigt die Energie der Hand sich am Dynamometer bei Handarbeitern geringer als bei Kunstarbeitern, am gröfsten häufig bei Männern freier Berufe. Die Energie, Schnelligkeit und Genauigkeit der Bewegung steht in direktem Verhältnis zur geistigen Entwickelung. Die Muskeln seien bei Geistesarbeitern unbewufst stets in Bewegung, „Geistesarbeit ist eine körperliche Übung, sie hat alle Folgen der Körperarbeit.“ Diese Ansicht wird für die verschiedenen Formen der Bewegung durchgeführt, für Beugung, Extension, Opposition. Diese letztere hat eine besondere Bedeutung dadurch, dafs sie die für die Tastempfindung wichtigen Fingerbeeren gegeneinander neigt. Die Tastfähigkeit der Fingerbeeren aber hängt in hohem Mafse von der Verteilung der Papillenriffe auf ihnen ab. Die beweglichsten Finger, Daumen und Zeigefinger, zeigen nämlich die gröfste Verschiedenheit in der Form der Riffe. Ferner ist diese Verschiedenheit um so gröfser, je höher das Individuum organisiert ist. Für die Raumschwelle zeigt die Anordnung der Leistchen ihre Bedeutung darin, dafs die Schwelle kleiner ist, wenn zwei verschiedene Leisten berührt werden, als wenn eine einzige ihrer Länge nach berührt wird. In diesen günstigsten Verhältnissen findet aber die wichtige Berührung des Daumens mit den anderen Fingern statt. Die Schmerzempfindung zeigt allerdings eine andere Lokalisation als die Berührungsempfindung. Im ganzen nimmt die Be-

rührungsempfindlichkeit vom kleinen Finger zum Daumen progressiv zu und zwar auf beiden Körperhälften, wenn auch die linke etwas zurückbleibt. Von besonderer Bedeutung ist festzustellen, daſs die individuellen Unterschiede in der morphologischen Anordnung und in der funktionalen Fähigkeit sehr groſs sind. MAX BRAHN (Leipzig).

W. OLTUSZEWSKI. **Die geistige und sprachliche Entwickelung des Kindes.** *Monatsschr. f. d. ges. Sprachheilk.* 1896. No. 5—8. Auch sep.: Berlin, Fischers mediz. Buchhandlung, H. Kornfeld. 1897. 43 S.

Die vorliegende Arbeit umfaſst drei Teile: 1. die Entwickelung der geistigen Erscheinungen beim Kinde bis zum Anfange der Verbindung der Wörter mit Begriffen; 2. die Entwickelung der Sprache bis zum vierten Jahre; 3. das Verhältnis der Intelligenz des Kindes zur Entwickelung seiner Sprache. Die Arbeit enthält eine Fülle eingehender Beobachtungen, welche der Verfasser an seinem eigenen, gesunden Kinde angestellt hat. Die Entwickelung der Sprachlaute ist eine kontinuierliche und es entstehen daher zahlreiche Übergangslaute, welche späterhin verschwinden. Von besonderem Interesse sind die Mängel bei der Bildung der Wörter aus Silben, welche Verfasser als physiologisches Stammeln bezeichnet. Nach SIKORSKI bestehen zwei Haupttypen der Sprachentwickelung bei Kindern: die einen bemühen sich, die gehörten Laute beizubehalten, vernachlässigen aber mehr oder weniger die Zahl der Silben; die anderen richten ihre Aufmerksamkeit auf die Silbenstruktur der Wörter, verstümmeln und verwechseln jedoch vielfach die Sprachlaute. OLTUSZEWSKIS Kind gehört dem phonetischen Typus an, was namentlich aus der Darstellung des physiologischen Stammelns hervorgeht. THEODOR HELLER (Wien).

WESLEY MILLS. **A Psychic Development of Young Animals.** (Part II: The Cat; Part III: The Mongrel Dog; Part IV: The Cat and the Dog Compared; Part V: The Rabbit and the Cavey; Part VI: The Pigeon. The Domestic Fowl.) *Transact. of the Royal Society of Canada.* Second Series 1895—96. Vol. I. Section IV. S. 191—252.

Part I dieser Untersuchungen des Verfassers über „The Psychic Development of Young Animals“, die Entwickelung der Hundeseele betreffend, ist bereits 1894 erschienen und Bd. XI. S. 154 *dieser Zeitschrift* besprochen worden. Wie jene, so sind auch die vorliegenden Veröffentlichungen in Form eines Tagebuches gehalten. Der Lapidarstil der täglich eingetragenen Beobachtungen macht eine eingehendere Wiedergabe in anderer Form als in der einer Übersetzung unmöglich. Wegen der auſserordentlich vielen Einzelheiten muſs daher auf das Original verwiesen werden. Ein Gesichtspunkt von allgemeinerem Interesse ist die Feststellung der Reihenfolge, in der die Sinnesfunktionen sich entwickeln. Bei den niederen Wirbeltieren bildet sich nach EDINGER zuerst der Geruch und dann das Sehen aus. Nach den schönen entwickelungsgeschichtlichen Studien FLECHSIGS eröffnet beim neugeborenen Menschen der Tastsinn die Reihe, dem dann Geruch, Gesicht und Gehör folgen. Bei der Katze nun, welche blind und taub geboren wird, bemerkt man

am dritten Tage deutlich Reflexbewegungen auf Hautreize, Schmerzempfindung und Temperaturunterscheidung; Geruch und Getast sind um diese Zeit noch undeutlich; vielleicht ist der Geruch der entwickeltere von beiden. Jedenfalls tritt aber die völlige Ausbildung des Hörens und Sehens zuletzt ein. In letzterer Hinsicht ist bemerkenswert, dafs die Augen sich erst am achten Tage zu öffnen beginnen, während schon vorher gut gehört wurde. Vom 16. Tage an zeigen sich psychische Regungen, Freude, Aufmerksamkeit, Abwehrbewegungen u. dergl. — Die psychische Entwickelung des Rassehundes unterscheidet sich in gewissen Beziehungen von der des Bastards. Ob aber diese Unterschiede durch die Verschiedenheit der Abstammung mehr bedingt sind als durch die natürliche Ungleichheit der Individualität, dürfte noch zu entscheiden sein, wenn auch Verfasser der ersteren Ansicht zuneigt. Temperatur-. Schmerz- und Tastgefühl sind bei dem Bastardhunde schon von der Geburt an vorhanden, entwickeln sich aber ebenso wie der Geruch zur Vollkommenheit erst nach der Öffnung der Augen, welche am 10. Tage beginnt. Am 25. Tage sind alle Sinne vortrefflich ausgebildet, auch der Muskelsinn. — Die Vergleichung des Hundes mit der Katze ergiebt, dafs die Katze sich im ganzen schneller entwickelt als der Hund, selbstständiger und gewandter wird. Dafür ist der Hund gesellig, von lenksamer Intelligenz und dem Menschen psychisch sympathischer.

Das Kaninchen reagiert schon am ersten Tage auf schmerzhafte Reize. Tastsinn und Geruch sind am siebenten Tage voll entwickelt. Schon vorher treten die für das Kaninchen charakteristischen Gruppen von koordinierten Bewegungen auf. Abgesehen vom Hören und Sehen, das sich ungefähr um dieselbe Zeit entwickelt wie bei Hund und Katze, gelangt also das Kaninchen eher zur Reife als diese. — Beim Schwein vollzieht sich der Prozefs im ganzen noch schneller. Es ist schon bald nach der Geburt im stande selbstständig für sich zu sorgen. Sein psychisches und vegetatives Leben ist ja freilich auch aufserordentlich simpel.

Unter dem Geflügel ist es das Hühnchen, das sich am schnellsten entwickelt. Bereits wenige Stunden nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei sieht, hört, pickt, trinkt und läuft es. — Die Tauben kommen blind und taub aus dem Ei, jedoch schon gegen Schmerz empfindlich, und erhalten den Gebrauch ihrer Sinne nach einigen Tagen.

Schaefer (Rostock).

Karl Marbe. **Neue Versuche über intermittierende Gesichtsreize.** *Philos. Stud.* XIII. (1). S. 106—115. 1896.

Für diejenige Dauer zweier successiver und periodisch sich wiederholender Reize, bei welcher eben eine konstante Empfindung eintritt, führt M. den recht zweckmäfsigen Ausdruck „kritische Periodendauer“ ein. Nun hatte Kleiner früher gefunden, dafs diese Periodendauern mit von 0 an zunehmendem Reizunterschiede zuerst sehr schnell, dann immer langsamer und zuletzt fast garnicht mehr abnehmen; hierbei war so

vorgegangen worden, dafs mit steigender Reizdifferenz die resultierenden Intensitäten wuchsen. M. findet nun eine ganz gleiche Gesetzmäfsigkeit für den Fall, dafs die Gesamtintensität mit wachsendem Reizunterschied abnimmt, sodafs also das KLEINERsche Gesetz unabhängig von der resultierenden Intensität zu gelten scheint. Das gleiche Ergebnis wird erzielt, wenn man statt objektiv gleicher Helligkeitsabstufungen subjektiv gleiche wählt; indessen ist, wie aus weiteren Versuchen hervorgeht, die kritische Periodendauer von der Gröfse des objektiven Reizunterschiedes abhängig. M. hält es daher für wahrscheinlich, dafs die Thatsachen der intermittierenden Gesichtsreizung in anderen und zwar peripherer gelegenen Teilen des Nervensystems ihr physiologisches Substrat finden, als die der Unterschiedsschwelle. W. STERN (Breslau).

H. PIETSCH. **Die Ausdehnung des Gesichtsfeldes für weifse und farbige Objekte bei verschiedenen Refraktionszuständen.** Dissertation. Breslau 1896. 28 S.

Verfasser nahm das Gesichtsfeld von 7 emmetropischen, 12 myopischen und 11 hypermetropischen Augen für weifse, blaue und rote Papierquadrate von 5 mm Seitenlänge auf schwarzem Grunde am FOERSTERschen Perimeter auf. Die verhältnismäfsig geringe Zahl der in den Tabellen aufgeführten Augen findet darin ihre Erklärung, dafs nur die Untersuchungsresultate derjenigen Personen, welche sich durch zuverlässige Angaben auszeichneten, für die Arbeit benutzt wurden.

Verfasser kommt zu dem Ergebnis, dafs sich bei hypermetropischen Augen das Gesichtsfeld für Weifs in jedem Meridiane durchschnittlich um 2° weiter peripherwärts erstreckt als für emmetropische, während es bei Myopen etwa 2° enger ist als bei Emmetropen. Für Blau ist das Farbenfeld bei Hypermetropen etwas weiter (3°), bei Myopen enger (6—7°) als bei Emmetropen. Das Farbenfeld der Hypermetropen für Rot ist wenig weiter (1—2°), das der Myopen enger (4°) als das der Emmetropen. Besonders deutlich tritt dieses Resultat, die Verkleinerung des Gesichtsfeldes mit der Zunahme der Refraktion, in den der Arbeit beigegebenen Kurven hervor. Diese Kurven sind in der Weise gewonnen, dafs die in den untersuchten 12 Meridianen jedes Gesichtsfeldes gefundenen Grenzwerte addiert und diese Zahl durch 12 dividiert wurde. Diese Durchschnittswerte für die Ausdehnung jedes Gesichts- und Farbenfeldes sind als Ordinaten aufgetragen, während die Abscisse die zugehörigen Augen nach der Refraktion geordnet enthält. Die so gewonnene Kurve zeigt deutlich, dafs im allgemeinen die Gesichts- und Farbenfelder bei Augen mit stärkerer brechender Kraft enger sind als bei solchen mit geringerer.

GROENOUW (Breslau).

ERDMANN MÜLLER. **Zur Frage der Ermüdbarkeit des Gesichtsfeldes bei Gesunden.** *Arch. f. Psych. u. Nervenkr.* 29. Bd. 1. H.

Die sogenannte Ermüdungseinschränkung des Gesichtsfeldes ist seit FÖRSTER ein objektives Zeichen der traumatischen Neurose. PETERS, SCHMIDT-RIMPLER, VOGES u. a. suchen das zu widerlegen, d. h. behaupten, dies Symptom auch bei Gesunden konstatiert zu haben. ERDMANN MÜLLER hat

deshalb bei 102 Gesunden, d. h. nicht nervös oder psychisch Erkrankten, Untersuchungen angestellt und nur bei zweien eine geringe Ermüdungseinschränkung nachweisen können. Bei den übrigen hundert fehlte eine solche trotz wiederholter sorgfältiger Untersuchung. Müller kommt daher zu dem Schlufs, dafs bei genügender Aufmerksamkeit seitens des Untersuchten die Ermüdungseinschränkung, wenn überhaupt, nur in verschwindender Menge bei Gesunden sich findet.

Umpfenbach (Bonn).

G. S. Fullerton. **The 'Knower' in Psychology.** *Psychol. Rev.* IV. (1). S. 1—26. 1897.

Hat die Psychologie das Recht, ein „erkennendes" Selbst anzunehmen, das dem „Erkannten" d. h. den Bewufstseinsinhalten als einigendes Band, als selbständige Entität, als Noumenon gegenübersteht? Diese Frage diskutiert Fullerton in einem Vortrag, der zum gröfsten Teil in einer Polemik mit anderen amerikanischen Forschern besteht. Nach F. führt die Bejahung obiger Frage sofort aus der wissenschaftlichen Psychologie heraus; dieselbe habe das „Selbst" lediglich als ein, wenn auch noch so kompliziertes, Bewufstseinsgebilde in seinen Bestandteilen und seiner Entstehung zu erklären. W. Stern (Breslau).

L. Edinger. **Die Entwickelung des Sehens.** *Ber. über die Senckenberg-naturforsch. Gesellsch. in Frankfurt a. M.* 1896. S. 104—107. (Sitzung vom 29. II. 1896.)

Jeder Sinnesnerv endet bekanntlich zunächst im Gehirn in einer niederen Ganglienzellenstation. Die Knochenfische besitzen noch ausschliefslich solche ersten Endstätten. Erst bei den Amphibien und Reptilien baut sich über den niederen Endstationen der Sinnesapparate im Gehirn ein neuer Hirnteil auf, die Hirnrinde. Die älteste Hirnrinde hängt nur mit dem Riechapparat zusammen, und die ersten seelischen Regungen gehören der Riechsphäre an. Erst bei den Vögeln findet sich eine weitere Beziehung zwischen Rinde und Sinnesnerven, und zwar handelt es sich hier um den Opticus. Dem entspricht, dafs Reptilien und Amphibien zwar keineswegs blind sind, aber doch nur sozusagen instinktiv sehen, während die Vögel zweifellos das Gesehene assoziativ (— wofür besondere Fasern vorhanden sind —) mit anderen Wahrnehmungen, Vorstellungen, Erinnerungsbildern verknüpfen, mit einem Worte: denkend verwerten. Vögel unterscheiden rasch und leicht Vogelscheuchen und Menschen, Feldarbeiter und Jäger; der Fisch dagegen beifst auf Angelköder jeglicher Art, und die Schlange verfolgt nur den hüpfenden Frosch, während sie den ruhig sitzenden nicht als Beutetier erkennt. Mit der Entwickelung der Rindensehsphäre nimmt die Funktionsfähigkeit der zugehörigen niederen Centra stark ab. Rindenlose Tauben sehen mit den tieferen Centren allein viel schlechter als ihre phylogenetischen Vorgänger, die Reptilien.

Schaefer (Rostock).

MORITZ FRIEDEBERGER. **Zur Psychologie der Sprache. Mit besonderer Rücksicht auf die Zungensprache der Taubstummen.** Inaugural-Dissertation. Bern 1896. 70 S.

Die vorliegende Arbeit sucht die Frage zu entscheiden, ob „die Sprache der redenden Menschheit der Natur der Taubstummen angemessen sei". Die Entscheidung dieser Frage ist von prinzipieller Wichtigkeit, da noch gegenwärtig zahlreiche Taubstummen den Standpunkt vertreten, daſs die Geberdensprache die eigentliche Taubstummensprache sei, die durch die Ausbildung der Lautsprache an Taubstummenerziehungsanstalten eine unverdiente Zurücksetzung erfahre. Dieser Auffassung trägt eine Richtung der Taubstummenpädagogik Rechnung, welche die Geberdensprache in den Vordergrund stellt und die Lautsprache nur zu dem Zwecke betreibt, um den Taubstummen die Möglichkeit zu geben, ihre redenden Mitmenschen zu verstehen.

Verfasser sucht den Nachweis zu erbringen, daſs die Geberdensprache nicht zum adäquaten Ausdruck höherer Denkoperationen verwendet werden könne. Sie vermag die Beziehungen zwischen den einzelnen Redeteilen nur in sehr unvollkommener Weise auszudrücken, es fehlt ihr vielfach an Zeichen von allgemeiner Bedeutung zu Symbolen für abstrakte Begriffe; „die Zeichensprache fesselt die Gedanken ans Materielle". Die Geberdensprache ist einer nur sehr geringen Entwickelung fähig. Die Notwendigkeit, von den vollsinnigen Mitmenschen verstanden zu werden, veranlaſst die Taubstummen zur Wahl von Zeichen, welche möglichst getreu die Verhältnisse der Wirklichkeit nachbilden. Aber auch in einem Taubstummenstaate würde diese Sprache nie die Höhe einer kultivierten Lautsprache erreichen, da der ersteren jene mannigfaltigen Assoziationsbeziehungen abgehen, welche von dem Gehörssinne zu allen anderen Sinnen möglich sind.

Wird die Lautsprache zugleich mit der Geberdensprache geübt, so ergiebt sich die Notwendigkeit einer komplizierten Umdeutung der Laut- in die Zeichensymbole. Diese Transformation ist jedoch nur innerhalb enger Grenzen möglich, da die Symbole der einen nicht eindeutig auf die Symbole der anderen Sprache bezogen werden können. Kann demnach kein Zweifel über den Wert der Lautsprache für die Taubstummenbildung bestehen, so bleibt nur die Frage nach der zur Gewinnung der ersteren einzuschlagenden Methode offen. Die letztere soll aber möglichst naturgemäſs sein und jenen unmotivierten Zwang vermeiden, welcher die Taubstummen häufig zu unrichtigen Urteilen über den Wert der Lautsprache veranlaſst.

THEODOR HELLER (Wien).

DUBBERS. **Ein Fall von Tastlähmung.** *Neurolog. Centralbl.* Bd. XVI. Heft 2. S. 61—65. 1897.

Der gegenwärtig 52 Jahre alte Patient, welcher 1870 einen Flintenschuſs in den Kopf erhalten hatte, ohne daſs späterhin die Kugel extrahiert werden konnte, war nicht im stande, linkshändig Gegenstände durch den Tastsinn zu erkennen, obzwar er einfache Tastqualitäten sicher unterschied und der Tastsinn der rechten Hand vollkommen

intakt erschien. Verfasser fand mit Benutzung der REIDschen Linien den Herd an der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel der hinteren Zentralwindung, wahrscheinlich mit Einschlufs des Gyrus supramarginalis. Fälle von Tastlähmung wurden vorher nur von WERNICKE und RIEGNER beschrieben. THEODOR HELLER (Wien).

E. GLEY. **Étude sur quelques conditions favorisant l'hypnose chez les animaux.** *L'année psychologique.* II. S. 70—78. 1896.

Man kann bei einem Frosche Bewegungslosigkeit erzeugen, wenn man ihn in das Handinnere legt und dabei des Frosches Bauchhaut leicht streichelt. Unter zwei Bedingungen tritt dieses Phänomen besonders leicht und stark ein: Wenn das Tier jung und wenn es schwach ist. Es tritt bei diesen Tieren Unterdrückung der willkürlichen Bewegungen, Katalepsie, Herabsetzung, ja Stillstand der Atmung, Schwächung der Reflexe und Herabminderung der Empfindlichkeit ein. In einzelnen Fällen trat sogar Tod durch Herzstillstand ein. Mit dem Verfasser deshalb vor der Hypnose bei Kindern zu warnen, ist kein Grund vorhanden, da die Identität dieses Zustandes beim Frosche mit der Hypnose beim Menschen sehr in Frage steht, auch üble Folgen bei den Praktikern der Hypnose sich bisher nicht gezeigt haben. Im Anschlusse an diese Erscheinungen bei Tieren warnt GLEY vor der ihm einseitig erscheinenden Fassung der Hypnose als „Hervorrufung eines psychischen Zustandes eigentümlicher Art, der die Suggestibilität erhöht." Er will die gegenseitige Einwirkung der psychischen und der somatischen Phänomene der Hypnose bei deren Hervorbringung und Verlängerung untersucht wissen.

Die Wirkungen des hypnotischen Zustandes erklärt GLEY im Anschlufs an die Wirkungen verschiedener Nervengifte durch eine primäre Erregung der höheren nervösen Zentren, welche eine Hemmung im Rückenmark zur Folge habe. Die leichtere Erregbarkeit des Gehirns bei jungen und schwachen Tieren und Menschen erkläre daher die leichtere Erzeugung der Hypnose. Daneben läfst Verfasser die Möglichkeit bestehen, es handle sich um zwei aufeinander folgende Zustände des Nervensystems: 1. Gehirnerregung, davon abhängig Hemmung im Rückenmark. 2. Herabminderung der Gehirnerregbarkeit.

MAX BRAHN (Leipzig).

S. KALISCHER. **Ein Fall von (Influenza-) Psychose im frühesten Kindesalter.** *Arch. f. Psychiatr.* Bd. XXIX. Heft 1. 1896. 18 S.

Der vom Verfasser ausführlich beschriebene Fall ist wegen des jugendlichen Alters der Patientin (bei Beginn der Krankheit 2 Jahre 1¼ Monate) und wegen des raschen und günstigen Verlaufes der Psychose bemerkenswert. Das Kind zeigte vor und nach der im Anschlufs an eine Influenza aufgetretenen Geistesstörung, welche sich als Amentia darstellte, eine durchaus normale geistige Entwickelung, ein Umstand, welcher gegen die bisweilen geäufserte Annahme spricht, dafs eine im frühen Kindesalter eingetretene akute Geistesstörung einen Zustand bleibender Geistesschwäche zur Folge habe.

THEODOR HELLER (Wien).

Wilhelm Preyer. †

Wieder ist aus dem Kreise der Männer, die unserer Zeitschrift nahe stehen, einer uns entrissen worden. Am 15. Juli starb, wenn auch nach längerem Leiden, so doch unerwartet, WILHELM PREYER, früher Professor der Physiologie in Jena. Die Psychologie des Kindesalters ist durch sein im Jahre 1881 erschienenes Buch „*Die Seele des Kindes*", das seitdem schon die vierte Auflage erlebt hat, zu einem Wissensgebiete erhoben worden, mit dem immer breitere Kreise sich beschäftigen und das nicht nur für die Pädagogik, sondern wohl noch mehr für die Analyse unserer Seelenvorgänge von stets wachsender Bedeutung wird.

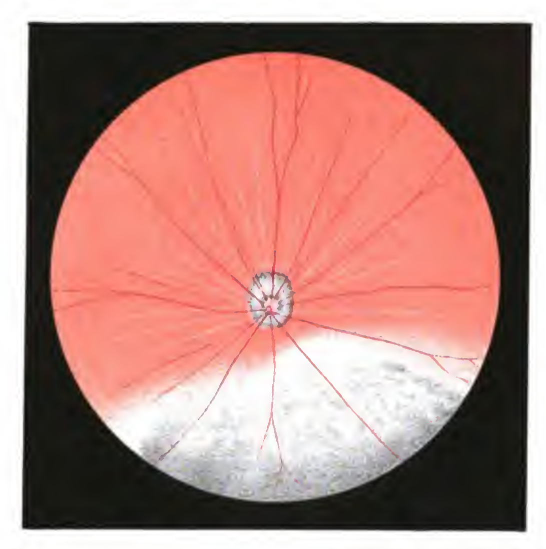
Daneben hat er sich viel mit physiologischer Akustik und Optik beschäftigt. Auf ersterem Gebiete waren es besonders die Grenzen der Tonwahrnehmungen, die ihn interessierten, auf dem anderen hat er u. a. zuerst auf die Grenzen für die Gültigkeit des NEWTONschen Mischungsgesetzes hingewiesen, indem er fand, dafs die Lage der neutralen Zone im Spektrum partiell Farbenblinder von der absoluten Intensität abhängig sei. Seine neueren Schriften behandelten vielfach den Hypnotismus und haben unsere Kenntnis von der geschichtlichen Entwickelung dieses Gebietes gefördert.

Unsere Zeitschrift verliert in ihm einen begeisterten Freund.

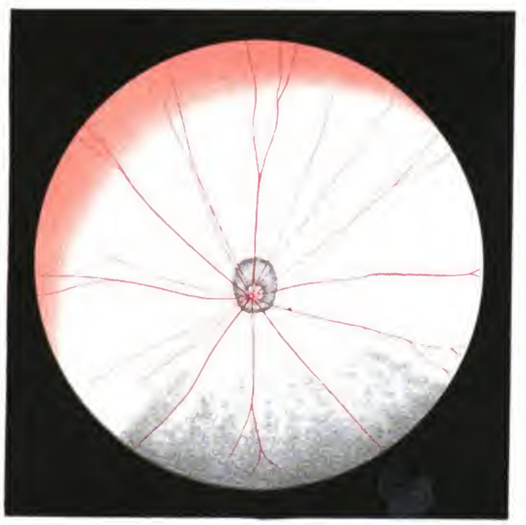
Die Redaktion.

Namenregister.

Fettgedruckte Seitenzahlen beziehen sich auf den Verfasser einer Originalabhandlung, Seitenzahlen mit † auf den Verfasser eines referierten Buches oder einer referierten Abhandlung, Seitenzahlen mit * auf den Verfasser eines Referates und die übrigen Seitenzahlen auf das Vorkommen im Text.



Figur 1.



Figur 2.

Greeff deln.

Verlag von Leopold Voss in Hamburg (und Leipzig)

